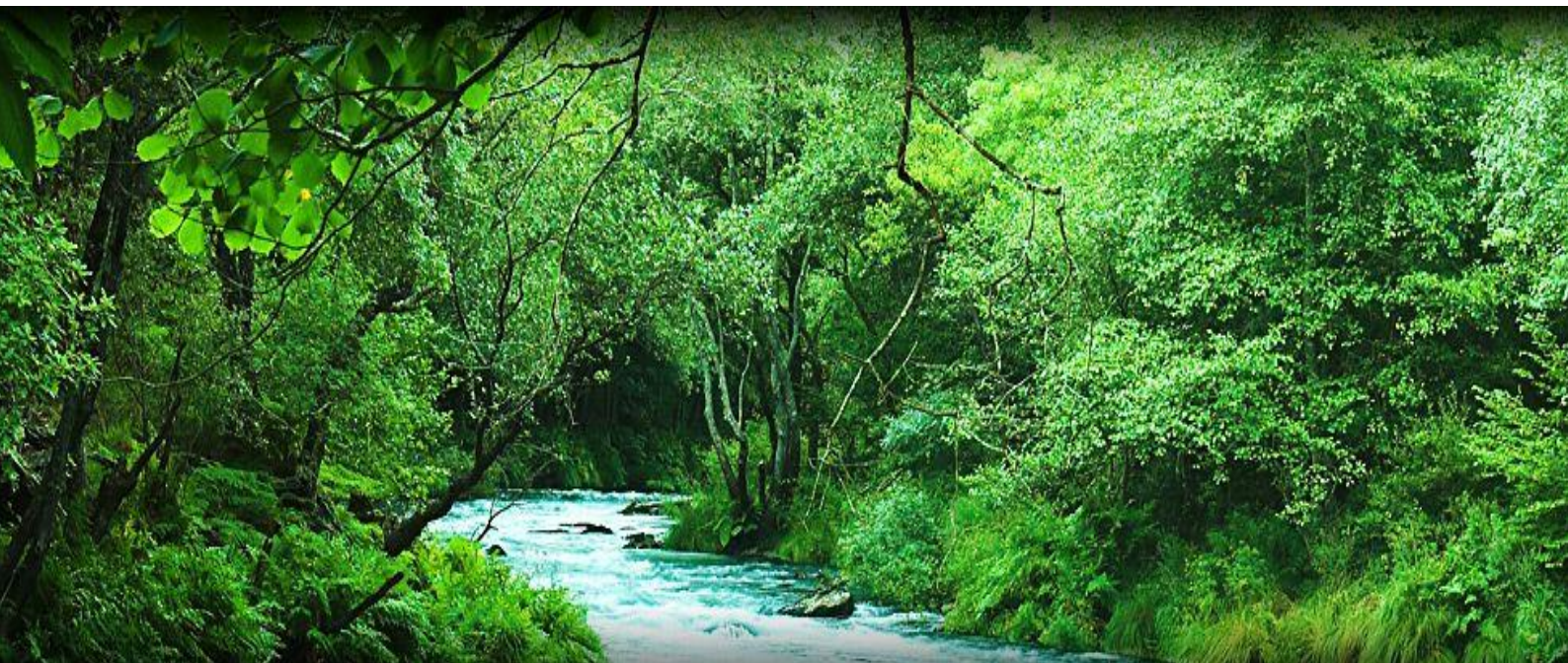


# Dinámica y distribución del bosque en el área de las “Fragas do Eume”.

---

Helena Pena Sanjurjo



**Tutor:** Juan Carlos García Palomares

Trabajo Fin de Máster  
Septiembre 2013

Máster en Tecnologías de la Información Geográfica  
Universidad Complutense de Madrid



## Índice.

<b>1. Introducción .....</b>	<b>4</b>
1.1 Presentación del tema .....	4
1.2 Justificación y objetivos.....	4
1.3 ¿Qué es una fraga?.....	5
1.4 Medidas de protección (marco legal) .....	6
 <b>2. Localización .....</b>	 <b>8</b>
 <b>3. Metodología y material disponible .....</b>	 <b>9</b>
3.1 Datos .....	9
3.2 Metodología .....	9
3.2.1 Cálculo de la superficie forestal.....	10
3.2.2 Factores explicativos de la localización de la superficie forestal.....	13
3.2.3 Preparación de los datos para el análisis de regresión.....	16
 <b>4. Análisis del medio físico .....</b>	 <b>17</b>
4.1 Clima.....	17
4.2 Litología y suelos .....	19
4.3 Las formas del relieve .....	19
4.4 Red hidrográfica .....	21
4.5 Flora.....	21
4.6 Fauna.....	22
 <b>5. Dinámica del bosque en el área de las “Fragas do Eume” (Comarca del Eume).....</b>	 <b>23</b>
 <b>6. Factores de distribución del bosque en el área de las “Fragas do Eume” en 2006 (Comarca del Eume) .....</b>	 <b>28</b>
 <b>7. Análisis de regresión del bosque en el área de las “Fragas do Eume” (Comarca del Eume) .....</b>	 <b>40</b>
 <b>8. Aplicación a la zona de repoblación .....</b>	 <b>45</b>
 <b>9. Conclusiones.....</b>	 <b>48</b>

<b>10. Bibliografía .....</b>	<b>49</b>
-------------------------------	-----------

## Índice de figuras y de tablas.

### Figuras.

<b>Figura 1. “Fragas do Eume” .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 2. Comarca del Eume y Parque Natural .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 3. Parques Naturales del Galicia .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 4. Comarcas gallegas y área de estudio .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 5. Combinación de bandas 7-4-2 .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 6. Combinación de bandas 3-2-1 .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 7. Índice de vegetación de la diferencia normalizada.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 8. Índice hidrotermal.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 9. Clasificación supervisada .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 10. Temperatura media mensual.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 11. Precipitación media mensual.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 12. Geología .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 13. Las formas del relieve .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 14. Hidrografía .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 15. Evolución del bosque .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 16. Superficie de bosque .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 17. Dinámica del bosque .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 18. Evolución de los tipos de bosque .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 19. Lago de “As Pontes” .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 20. Temperatura media mensual en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque. 28</b>	
<b>Figura 21. Precipitación media mensual en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque 29</b>	
<b>Figura 22. Altitud en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque..... 30</b>	
<b>Figura 23. Pendiente en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 24. Orientación de ladera en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 25. Orientación de ladera .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 26. Geología en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 27. Geología .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 28. Distancia desde los ríos al bosque en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque. Método: “Multiple Ring Buffer” .....</b>	<b>36</b>

<b>Figura 29.</b> Distancia desde los ríos al bosque en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque. Método: “Euclidean Distance” .....	<b>36</b>
<b>Figura 30.</b> Relación superficie-bosque y superficie-total en función de la distancia a los ríos ..	<b>37</b>
<b>Figura 31.</b> Distancia desde los asentamientos al bosque en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque. Método: “Multiple Ring Buffer” .....	<b>38</b>
<b>Figura 32.</b> Distancia desde los asentamientos al bosque en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque. Método: “Euclidean Distance” .....	<b>38</b>
<b>Figura 33.</b> Relación superficie-bosque y superficie-total en función de la distancia a los asentamientos.....	<b>39</b>
<b>Figura 34.</b> Superficie de bosque II.....	<b>40</b>
<b>Figura 35.</b> Matriz de correlaciones bivariadas .....	<b>41</b>
<b>Figura 36.</b> Regresión Lineal Múltiple - OLS - .....	<b>42</b>
<b>Figura 37.</b> Índice de Moran .....	<b>42</b>
<b>Figura 38.</b> Regresión Geográficamente Ponderada - GWR - .....	<b>43</b>
<b>Figura 39.</b> Representación de los coeficientes - GRW - .....	<b>44</b>

## Tablas.

<b>Tabla 1.</b> Especies vegetales amenazadas.....	<b>22</b>
<b>Tabla 2.</b> Evolución del bosque .....	<b>23</b>
<b>Tabla 3.</b> Dinámica del bosque .....	<b>25</b>
<b>Tabla 4.</b> Ratio del factor altitud .....	<b>31</b>
<b>Tabla 5.</b> Ratio del factor pendiente .....	<b>32</b>
<b>Tabla 6.</b> Ratio del factor orientación de ladera .....	<b>33</b>
<b>Tabla 7.</b> Geología .....	<b>35</b>
<b>Tabla 8.</b> Distancia desde los ríos al bosque.....	<b>37</b>
<b>Tabla 9.</b> Distancia desde los asentamientos al bosque.....	<b>39</b>
<b>Tabla 10.</b> Regresión Lineal Múltiple - OLS - .....	<b>41</b>
<b>Tabla 11.</b> Regresión Geográficamente Ponderada - GWR - .....	<b>43</b>
<b>Tabla 12.</b> Ratios del factor pendiente .....	<b>45</b>
<b>Tabla 13.</b> Ratios del factor orientación .....	<b>46</b>
<b>Tabla 14.</b> Ratios del factor “distancia desde los ríos” .....	<b>46</b>
<b>Tabla 15.</b> Ratios del factor “distancia desde los asentamientos” .....	<b>47</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1 PRESENTACIÓN DEL TEMA.**

La comarca de Eume, localizada en el noroeste de la Península Ibérica, tiene un destacado valor ecológico ya que alberga al Parque Natural “Fragas do Eume”, de enorme importancia biogeográfica. Se trata de una de las pocas zonas gallegas que concentran un volumen destacado de vegetación autóctona, además de especies que se encuentran en peligro de extinción.

Por esta razón se ha elegido dicha área como zona de estudio, para llevar a cabo el análisis de la dinámica del bosque así como su distribución espacial, de cuyos resultados se han extraído una serie de conclusiones que explican la realidad de este enclave.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.**

Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), entre las que se incluyen la Teledetección y las herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), tienen una amplísima aplicación en el estudio de diversos temas, como es el caso de los Parques Naturales como ante el que nos encontramos. Permiten el análisis, tanto a través de imágenes satélites como de información vectorial o ráster, de diversos aspectos del territorio como litología, hidrografía, altitudes y pendientes o vegetación, como veremos a medida que avancemos en este estudio.

Por tanto, parecen las herramientas idóneas para el análisis de la evolución y distribución espacial del bosque autóctono en el área del Parque Natural “Fragas do Eume”, ya que nos muestran con rapidez y con una gran fiabilidad los resultados.

El hecho de que se trate de uno de los pocos espacios que concentran una gran cantidad de vegetación autóctona y especies en peligro de extinción, lo convierte en un lugar muy atractivo para este tipo de estudios. De tal forma que se refleje la mala o buena gestión de este emblemático espacio.

Los objetivos generales son por tanto, analizar la dinámica del bosque autóctono mediante el estudio de su evolución de forma agrupada y posteriormente de cada tipología comprobando al mismo tiempo si ha aumentado o disminuido su superficie; por otro lado analizar si la distribución de este tipo de bosque sigue algún patrón espacial en el territorio de las “Fragas do Eume”.

Para ello, se ha necesitado desarrollar una serie de objetivos específicos:

- a. Recopilar información para obtener los datos necesarios y así, llevar a cabo el estudio.
- b. Analizar las características del medio físico para conocer el territorio objeto de análisis de tal forma que nos ayude a encaminar el estudio.
- c. Actualizar la parte del Corine Land Cover referida al bosque autóctono utilizando para ello las herramientas de Teledetección.



- d. Realizar un análisis de regresión lineal múltiple tanto por mínimos cuadrados como ponderada para conocer cuáles son los factores que pueden explicar su distribución.
- e. Comprobar si la repoblación con vegetación autóctona, finalizada en el año 2011, se ha llevado a cabo en el lugar más adecuado.

### 1.3 ¿QUÉ ES UNA FRAGA?

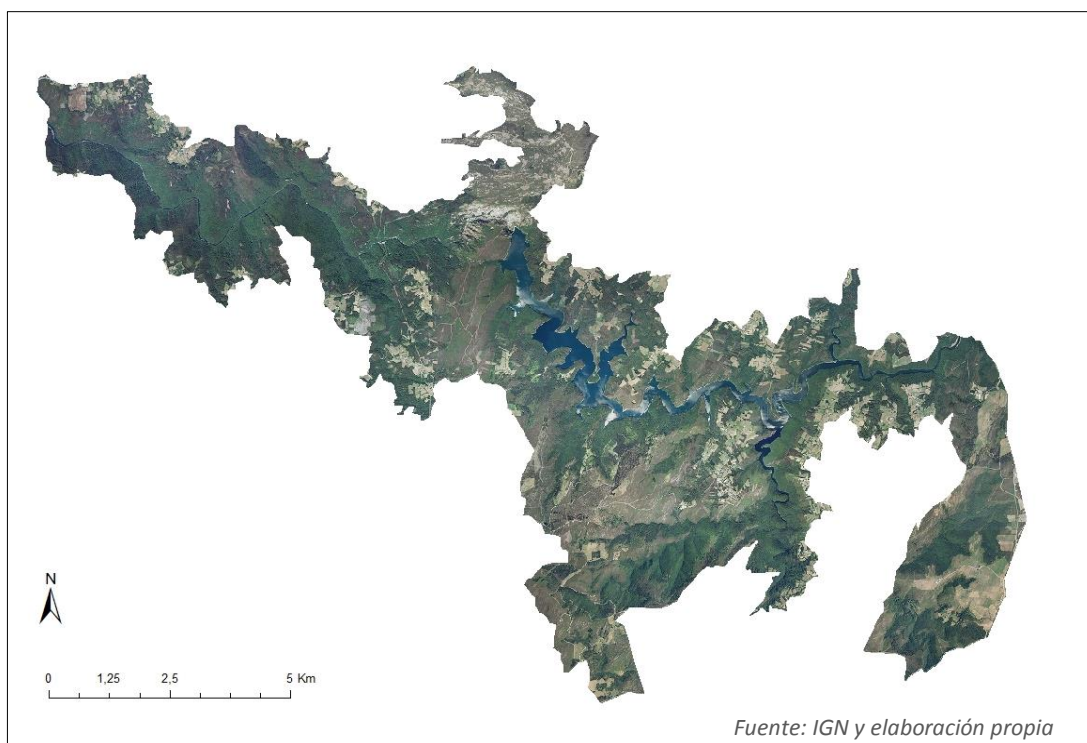
El término “fraga” abarca, en el lenguaje popular gallego, varios tipos de bosque. Todos ellos pertenecientes a los denominados bosques atlánticos caducifolios europeos: robledales de varias especies, hayedos, bosques de abedules, de fresnos y avellanedas (*Pulgar, I., Amigo, J., Giménez, J. Sin especificar el año*).

En Galicia, los botánicos distinguen varios tipos de fragas. Cubren o cubrieron los suelos de la mayor parte del territorio desde las proximidades del mar hasta los 1500 metros de las montañas orientales.

Los bosques atlánticos, condicionados por la presencia del océano, son ecosistemas especiales, únicos. La vegetación está adaptada a unas condiciones más cálidas y húmedas que los bosques naturales interiores. Apenas tienen período de sequía estival.

Las “Fragas do Eume” son el bosque atlántico costero más importante que se conserva en Europa. Para encontrar otro bosque similar debemos ir, por ejemplo, hasta el de “Killarney”, en el sur de Irlanda. Sobreviven desde tiempos del terciario numerosas especies de helechos, especies mediterráneas, como madroños y alcornoques, que encontraron refugio en el cálido cañón costero del Eume (*Figura 1*).

Figura 1. “Fragas do Eume”



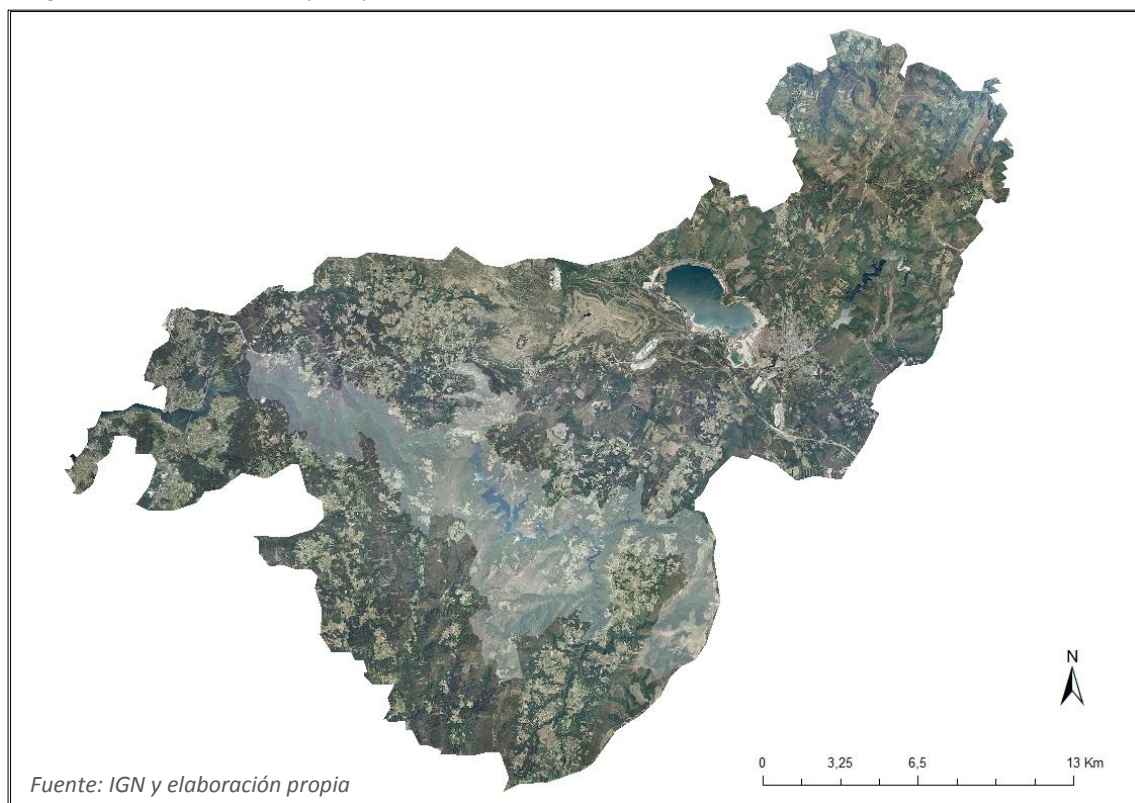
Fuente: IGN y elaboración propia

Por todo ello parece necesario gestionar este emblemático enclave, para poder adoptar medidas que favorezcan su conservación o asegurarnos de que éstas son las acertadas para tal fin. La existencia de las TIG supone un paso adelante para este tipo de estudios, viendo resultados de una forma rápida y con una alta precisión, como ya mencionamos anteriormente.

#### 1.4 MEDIDAS DE PROTECCIÓN (MARCO LEGAL).

Las “Fragas do Eume”, están contempladas en la Red Natura 2.000, como Zona de Especial Protección de los Valores Naturales “ZEPVN” (*Decreto 72/2004, del 2 de abril de 2004. DOG 69, 12/04/2004*), así como Lugar de Importancia Comunitaria “LIC” aprobado por la Comisión Europea (*Decisión da Comisión de 7/12/2004 por la que se adopta, de conformidad con la DC92/43/CEE del Consejo, la lista de Lugares de Importancia Comunitaria de la Región Biogeográfica Atlántica*) (Figura 2).

Figura 2. Comarca del Eume y Parque Natural



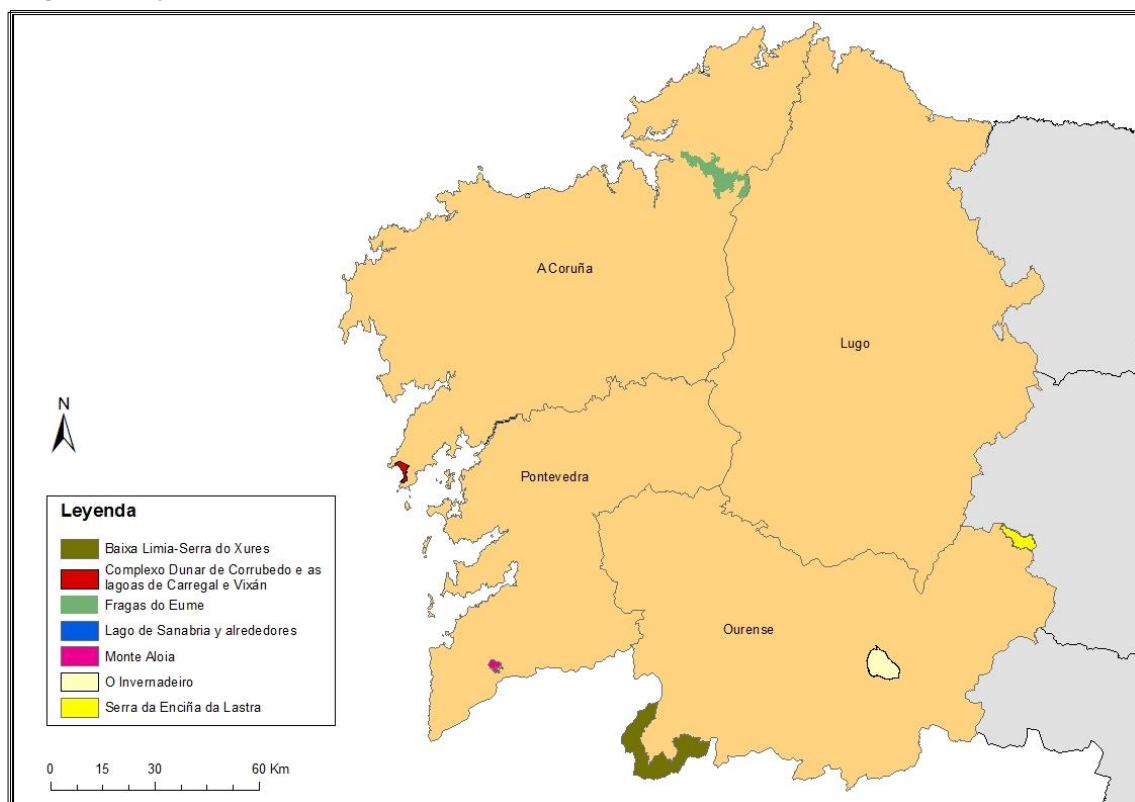
La Red Natura 2.000 supuso un aliciente importante para el establecimiento de la Red Gallega de Espacios Naturales Protegidos, desarrollada en el marco de la *Ley 9/2001 (artículo 10.1)*, que representa más del 12% de la superficie total gallega. En ella se recogen aquellos espacios naturales de la comunidad autónoma que disponen de un régimen especial de protección en virtud de las diferentes normativas autonómicas, estatales o comunitarias así

como convenios internacionales: Reserva Natural, Parque Natural, Parque Nacional, Monumento Natural, Humedal Protegido, Paisaje Protegido, ZEPVN (*"PLAN DIRECTOR da Rede Natura 2000 de Galicia", 2011. Xunta de Galicia*).

Estos espacios naturales recogen los ecosistemas más representativos y significativos del territorio gallego: costas y rías, lagunas, ecosistemas fluviales, sierras del interior, bosques y dehesas... La normativa autonómica que regula la protección está recogida en la ley 9/2001, de Conservación de la Naturaleza.

Los Parques Naturales de Galicia son siete. Además del de las "Fragas do Eume", declarado Parque Natural en el año 2.007 por el Decreto 218/1997, del 30 de julio (*DOG nº 153, del 11.08.1997*); es necesario mencionar, por su importante riqueza biogeográfica, los de "Baixa Limia - Serra do Xurés", "Complexo dunar de Corrubedo e lagoas de Carregal e Vixán", "Monte Aloia", "O Invernadeiro" y por último "Serra da Enciña da Lastra" (*Figura 3*).

Figura 3. Parques Naturales de Galicia



Fuente: REDEUROPARC y elaboración propia

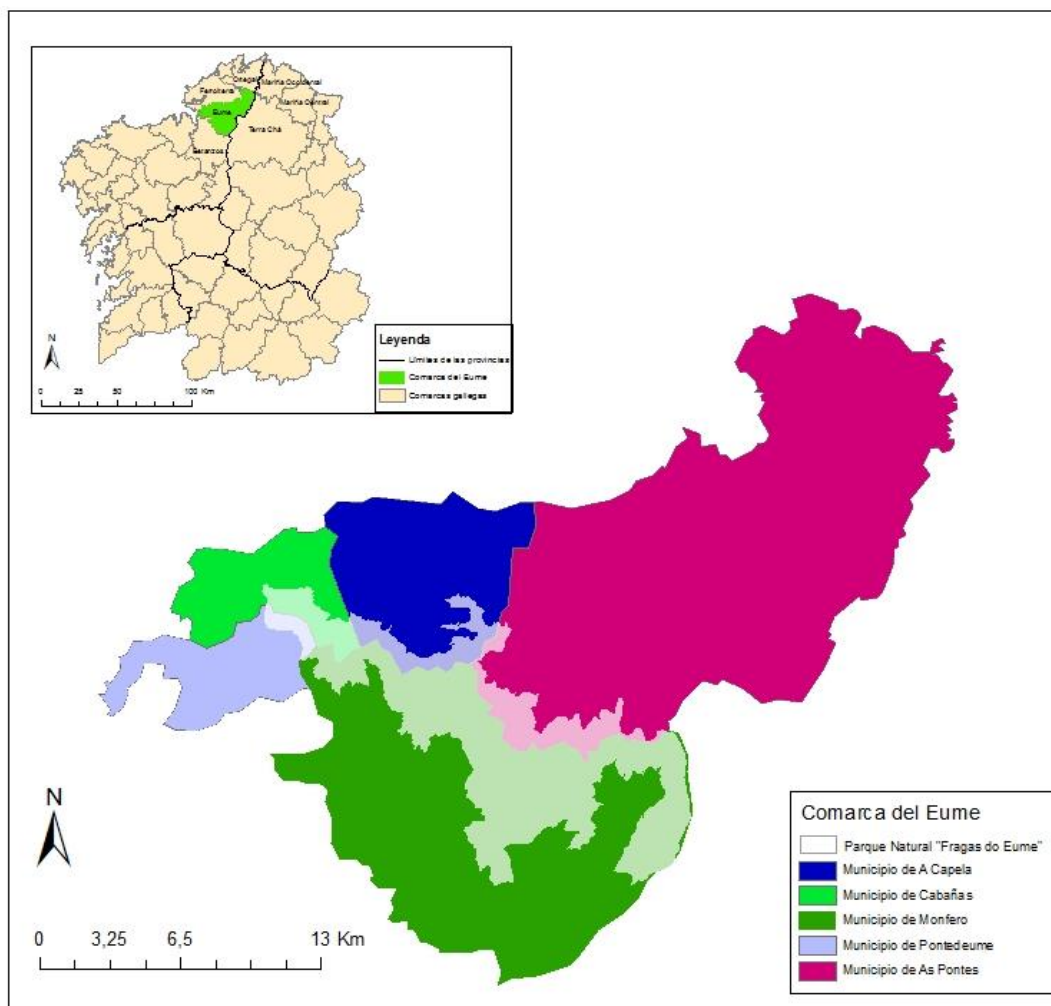


## 2. LOCALIZACIÓN.

El Parque Natural “Fragas do Eume”, declarado en 1.997, se extiende por 9.125 hectáreas de laderas y montes que acompañan al río Eume a su paso por la provincia de A Coruña. Se localiza en la comarca del Eume y su límite oriental es “Serra da Loba” (700 metros de altitud), en la cadena dorsal gallega.

Hacia el oeste, el parque se extiende hasta muy poco antes de la desembocadura del río en “Pontedeume”. Todo su territorio se encuadra en la comarca del Eume, que limita al norte con la de “Ferrolterra” y “Ortegal”, al sur con la de Betanzos y al este con la de “Terra Chá” y las “Mariñas”. Son cinco los municipios que comparten el espacio natural. De este a oeste: “As Pontes”, “Monfero”, “A Capela”, “Cabañas” y “Pontedeume” (Figura 4).

Figura 4. Comarcas gallegas y área de estudio.



Fuente: IGN y elaboración propia

### **3. METODOLOGÍA Y MATERIAL DISPONIBLE.**

Para llevar a cabo este estudio, utilizamos tanto las herramientas SIG como Teledetección. El software empleado para el tratamiento SIG fue ArcGIS 10.1, mientras que para teledetección fue ERDAS Imagine 2010.

#### **3.1 Datos.**

Una vez definidas las herramientas con las que se va a trabajar, lo que necesitamos es el material digital; en el caso de Teledetección se ha utilizado la imagen del sensor Landsat 5 TM, de agosto del 2011, mientras que en ArcGIS se ha trabajado con información en formato SHAPE.

Las fuentes de las que hemos obtenido la información fueron el Instituto Geográfico Nacional ([www.ign.es](http://www.ign.es)), la web Europarc ([www.redeuroparc.org](http://www.redeuroparc.org)), página del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente ([www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es)), y a todo esto hay que añadirle la información facilitada por la Editorial Santillana (centro en el que se realizaron las prácticas de empresa).

Del Centro de Descargas del Instituto Geográfico Nacional, se han obtenido (todas ellas con *Datum ERTS89*):

- Modelo Digital del Terreno 1:25.000
- Usos del suelo: Corine Land Cover 1990, CLC 2000 y CLC 2006.
- Límites administrativos del CC.AA, provincias, comarcas y municipios.
- Hidrografía.
- Las ortofotos 7-21-22-23-46 del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea).
- Landsat 5 TM, de agosto del 2011.

Del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente se ha obtenido la información en formato ráster de las temperaturas y precipitaciones del año 2010, desagregada por meses.

Desde la web Europarc se obtuvo una base de datos actualizada sobre la RGENP (Red Gallega de Espacios Naturales Protegidos) de Galicia de 2011, con *Datum ED50*.

Mientras que la Editorial Santillana ha facilitado el Shape de geología, con *Datum ED50*.

#### **3.2 Metodología.**

Una vez que se ha obtenido toda la información que se va a necesitar, se puede empezar a trabajar, y es el momento en el que surge el primero de los problemas. Al cargar las capas en ArcMap, vemos que éstas no coinciden, esto es porque el Datum de cada capa es diferente. El sistema de referencia oficial en España es el sistema de coordenadas europeo *ETRS89*, desde 2007 (Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España).

Lo que se ha hecho a continuación fue corregir las capas con Datum diferente del oficial (ED50) para de esta forma trabajar con la mayor precisión posible (*Projections and Transformations/Project*).

Uno de los primeros pasos para el tratamiento de información con herramientas SIG es la delimitación del área de estudio, de manera que se obtenga una cantidad de datos más ajustada al trabajo necesario y sobre todo más fácil de manejar.

El estudio se centra en la comarca del Eume, donde se localiza el Parque Natural "Fragas do Eume", así que lo primero fue obtener una capa con el límite administrativo de la comarca, y el de los municipios que la forman, a partir de la capa de municipios de Galicia. Esta nueva capa sirvió para recortar todas las capas de información disponibles (*Analysis tools/Extract/Clip*). Ya que dentro de esta comarca está el Parque Natural, fue necesario obtener una capa en la que solo apareciese éste (*Selection by attributes* y a continuación *Data/Export data*).

### **3.2.1. Cálculo de la superficie forestal.**

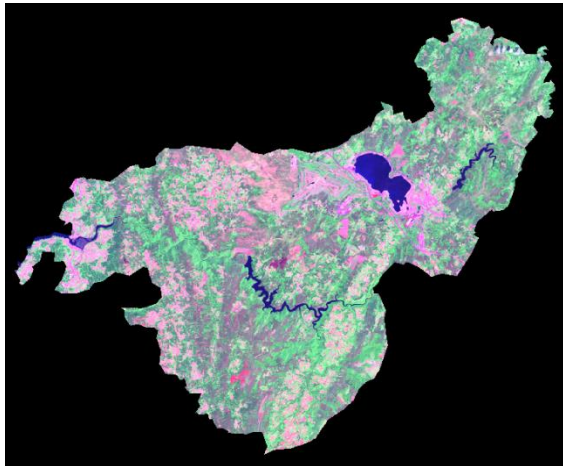
El estudio se centra en el análisis de la evolución y distribución espacial del bosque. Para llevar a cabo este análisis, primero se hizo un estudio de la evolución de los tipos de bosque de forma agregada y posteriormente de forma desagregada.

Para el análisis de la evolución del bosque de forma agregada partimos de los tipos de bosque que diferencia el Corine (bosque mixto, bosque caducifolio, bosque de frondosas y bosque de coníferas). Para ello se necesitó obtener una capa de bosque para cada uno de los años a comparar a la que llamamos "bosque" resultado de la agrupación de las clases anteriores. Este proceso se repitió para los años 1990, 2000 y 2006.

Para el año 2011, ya que no disponemos de información en formato shape partimos de la imagen satélite del sensor Landsat de agosto de 2011, de la que tras realizar los análisis de combinaciones de bandas oportunos para comprender los usos del suelo existentes y su distribución (*figuras 5 y 6*) se han aplicado los índices de vegetación normalizada  $NDVI = \frac{(IR-R)}{(IR+R)}$ , para diferenciar distintos tipos de vegetación así como su distribución y el grado de actividad clorofílica (*figura 7*). También se ha llevado a cabo el índice hidrotérmico, para conocer cuáles son las áreas de mayor y menor presencia de humedad (*figura 8*). Y por último se realizó una clasificación supervisada (*figura 9*), en la que se tuvieron en cuenta las siguientes clases: urbano/suelo desnudo/cultivo, agua, bosque y prado.

Una vez que obtuvimos el mapa de usos del suelo para el año 2011, lo comparamos con la capa de bosque del año 2006, en donde fuimos modificando el uso de los polígonos en la tabla de atributos en función de si este variaba o no.

Figura 5. Combinación de bandas 7-4-2.



- **Magenta:** zonas urbanas y suelo desnudo.
- **Verde claro:** praderas.
- **De verde oliva a verde brillante:** áreas forestales.

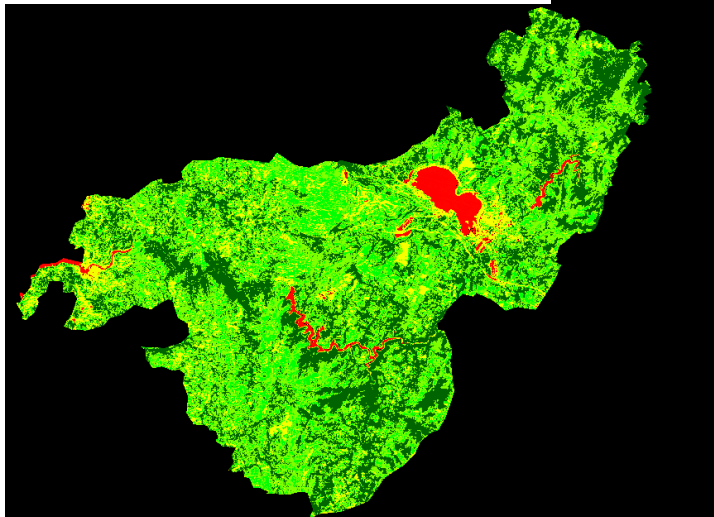
Figura 6. Combinación de bandas 3-2-1 (color natural).



Fuente: IGN y elaboración propia

Fuente: IGN y elaboración propia

Figura 7. Índice de vegetación de la diferencia normalizada



Fuente: IGN y elaboración propia

Figura 8. Índice hidrotermal.

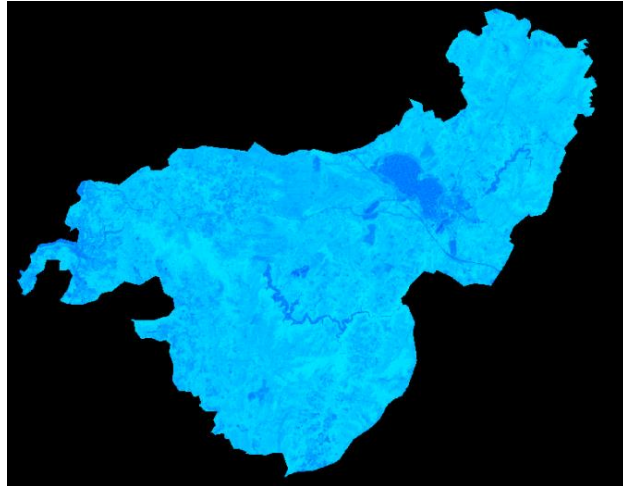
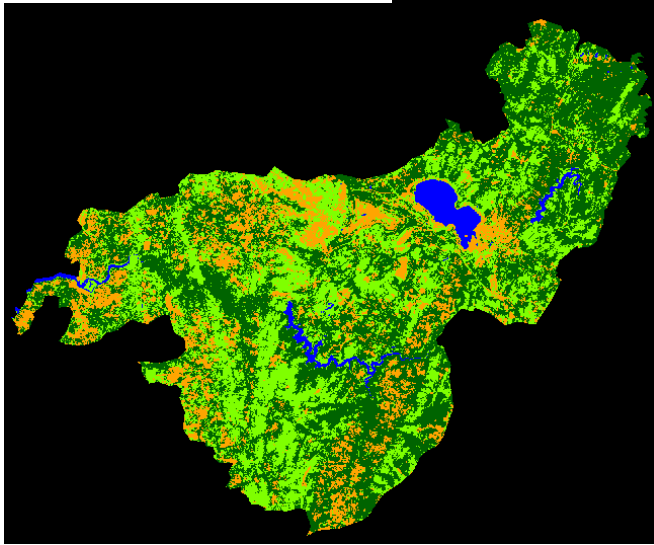


Figura 9. Clasificación supervisada.



Fuente: IGN y elaboración propia

Fuente: IGN y elaboración propia

Una vez obtenido el shape de “bosque” para cada uno de los años, 1990, 2000, 2006 y 2011 se ha creado en cada una de las tablas un nuevo campo numérico en dónde se ha calculado su extensión en hectáreas (*Calculate área*); dato que posteriormente pasaremos a kilómetros cuadrados y a porcentaje para hacernos una idea más clara de la extensión de la superficie ocupada por bosque.

Para el análisis de la dinámica del bosque de forma desagregada se ha mantenido la tipología que diferencia el Corine estudiando su evolución desde 1990 hasta el año 2006.

Es necesario destacar que lo ideal sería analizar la distribución espacial y la dinámica del bosque para el año 2011, no sólo de la clase a la que llamamos bosque, sino también de cada una de las especies que lo componen, ya que la distribución puede deberse a factores que con la agrupación es posible que se pierdan. Pero esto no fue posible dado que aunque podemos desagruparlas en el Corine (hasta el año 2006), no disponemos de los medios técnicos necesarios para hacerlo en la imagen satélite (para obtener los datos del 2011), y por tanto no podríamos actualizar la información y se nos quedaría el estudio muy incompleto.



### **3.2.2 Factores explicativos de la localización de la superficie forestal.**

Una comprendida la dinámica del bosque, se han analizado los factores de distribución del bosque en el área objeto de estudio. Para ello se han seleccionado aquellos factores que, pensamos, podrían afectar a la distribución y se ha tratado la información.

Diferenciamos tres grupos de factores, los atmosféricos, los morfológicos y los antrópicos.

Dentro de los factores atmosféricos tenemos las *temperaturas y las precipitaciones medias mensuales del año 2010*.

Temperatura media mensual. Para calcularla partimos de las capas de temperatura media de cada uno de los meses del año 2010 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. Ya que disponemos de 12 capas de datos de temperatura y lo que nos interesa es tener solo una, se ha calculado la media de esos 12 ráster (*Local/Cell statistics*). Una vez obtenida la capa de temperaturas medias mensuales del año 2010 y viendo que la resolución no es muy buena, lo que se ha hecho fue convertirla a puntos (*Conversion Tools/Raster to point*) para después hacer una interpolación reduciendo el tamaño del pixel (*Interpolation/Kriging*), de esta forma la resolución de la capa mejora notablemente.

A la hora de elegir el método Kriging para la interpolación, nos basamos en el hecho de que otros métodos como el IDW (Distancia inversa ponderada) o el Spline son consideradas métodos de interpolación determinísticos ya que están basados directamente en los valores circundantes medidos o en fórmulas matemáticas especificadas que determinan la suavidad de la superficie resultante. Mientras que el Kriging consta de métodos geoestadísticos, es decir, que está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación (las relaciones estadísticas entre los puntos medidos). Tiene por tanto una mayor precisión en las predicciones.

Una vez obtenida la capa de las temperaturas medias mensuales, la hemos cruzado con la capa de bosques para tener una idea más visual de cuál es la temperatura media en las zonas ocupadas por bosque (*Zonal/Zonal statistics as table*).

Precipitación media mensual. Al igual que en el caso de las temperaturas, partimos de las capas de precipitación media de cada uno de los meses del año 2010 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. Ya que disponemos de 12 capas de datos de precipitación y lo que nos interesa es tener solo una, se ha calculado la media de esos 12 ráster (*Local/Cell statistics*). Una vez obtenida la capa de precipitaciones medias mensuales del año 2010 y viendo que la resolución no es muy buena, lo que se ha hecho fue convertirla a puntos (*Conversion Tools/Raster to point*) para después hacer una interpolación reduciendo el tamaño del pixel (*Interpolation/Kriging*), de esta forma la resolución de la capa mejora notablemente.

Al igual que con las temperaturas, una vez obtenida la capa de las precipitaciones medias mensuales, la hemos cruzado con la capa de bosques (*Zonal/Zonal statistics as table*).

Dentro del grupo de factores morfológicos, se han analizado la *altitud*, la *pendiente*, la *orientación de ladera*, la *geología* y la *distancia del bosque a los ríos*.

El análisis de factores morfológicos de distribución del bosque (a excepción de la geología) se basa en el Modelo Digital del Terreno (MDT) en formato GRID de 10 metros de resolución espacial.

A partir de este nuevo ráster, se han obtenido una serie de capas temáticas ráster (*Spatial Analyst Tools/Surface*), de tal forma que obtuvimos una capa de pendientes (*Surface/Slope*), y una capa de orientaciones de ladera (*Surface/Aspect*).

Una vez obtenidos los nuevos ráster de *altitud (Modelo Digital del Terreno)*, *pendiente y orientación*, se han cruzado las capas de altitud y pendiente con la capa de bosque de 2006, de tal forma que se nos muestra una tabla con los datos de altitud y pendiente en las zonas en las que hay bosque para tener una idea de la altitud y pendiente medias en dichas zonas (*Zonal/Zonal statistics as table*).

*En el caso de la orientación de ladera*, se ha analizado la frecuencia de la presencia del bosque por orientación de ladera (*Zonal/Zonal histogram*), de tal forma que tengamos una tabla en la que se ve la orientación de ladera predominante en las zonas en las que hay bosque.

Factor *geología*. Para obtener el mapa geológico, recortamos la capa de geología en función de la capa del área de estudio y lo representamos por la litología. Una vez obtenido el mapa geológico del área de estudio, se ha recortado en función de la capa del área de bosque (*Analysis Tools/Clip*), de forma que sepamos cuál es el tipo de roca predominante en las zonas ocupadas por bosque.

Además de esto, se han calculado los ratios para cada una de las variables morfológicas con el fin de comprobar qué valor de dicha variable es más significativo para el desarrollo del bosque. Para ello se ha calculado la extensión del bosque para cada una de las clases de las variables, y por otro lado se ha calculado la extensión de cada clase en el conjunto del área de estudio. Estos datos los pasamos a porcentaje y hacemos la división ( $\% \text{superficie-total} / \% \text{superficie-bosque}$ ).

Factores *hidrográficos*. En este caso, se va a analizar a qué distancia del río se desarrolla el bosque, para tener una idea de si influye en su distribución.

Para ello, se ha trabajado con la capa de hidrografía de Galicia. A continuación se ha calculado la distancia en línea recta a la que se encuentran los bosques de los ríos (*Proximity/Multiple Ring Buffer*). Como radio de las coronas, se toman distancias de kilómetro en kilómetro hasta llegar a los 6 kilómetros para que de este modo pueda darnos una idea de la extensión de bosque que se desarrolla dentro de cada una de las coronas.

Para asegurarnos del resultado, se han calculado la extensión del bosque en hectáreas dentro de cada corona (*Calculate geometry* y posteriormente *Select by attributes* de cada

corona y *Statistics*) y al mismo tiempo se calculó la extensión de cada una de las coronas para posteriormente obtener el ratio (%superficie-bosque/superficie total en cada una de las coronas). Para saber de este modo si se trata de un factor que pueda explicar o no la distribución del bosque en el área de estudio.

Otra forma de calcular la distancia desde los ríos a las zonas de bosque es a través de la herramienta *Euclidean distance*. El resultado es un ráster que nos muestra la distancia desde los ríos a cualquier punto dentro del área de estudio. Se sacó de esta capa (*Raster processing/Clip*) la superficie ocupada por bosque, de tal forma que lo que aparece representado es la distancia desde los ríos a cada una de las zonas de bosque. Esta capa fue la que se ha usado en el siguiente apartado para calcular la distribución del bosque.

El tercer y último grupo es el de los factores antrópicos, donde se analizaron los *asentamientos de población*.

Distancia desde los asentamientos al bosque. Para saber cómo influyen los asentamientos en la distribución del bosque lo primero que hemos hecho fue obtener una capa base que fue la de usos del suelo del Corine Land Cover 2006. Puesto que lo que necesitamos es una capa que solo contenga los usos urbanizados, lo que se hizo fue agrupar todas las clases que implican asentamientos humanos, es decir, las clases del “tejido urbano continuo”, “tejido urbano discontinuo” y “zonas industriales o comerciales” (*Selection by attributes* y a continuación *Data/Export data*).

Una vez obtenida la capa de asentamientos, se ha calculado la distancia en línea recta a la que se encuentran los bosques de dichos asentamientos (*Proximity/Multiple Ring Buffer*). Como radio de las coronas, ponemos distancias pequeñas, de kilómetro en kilómetro hasta los 6 kilómetros de distancia y a partir de ahí, las siguientes coronas serán: 8, 10, 12 y 14 kilómetros. Con esto lo que se pretende es hacernos una idea de si los asentamientos van o no a influir en la distribución de las masas de bosque.

Otra forma de calcular la distancia desde los asentamientos a los bosques es a través de la herramienta *Euclidean distance*. El resultado es un ráster que nos muestra la distancia desde los asentamientos a cualquier punto dentro del área de estudio. Se sacó de esta capa (*Ráster processing/Clip*) la superficie ocupada por bosque, de tal forma que podamos hacernos una idea inicial de si la presencia de asentamientos va a influir o no en bosque. Esta capa nos ha resultado muy útil para analizar en el siguiente apartado la distribución del bosque.

A continuación se han calculado las hectáreas de bosque de cada una de las coronas. Para ello, cruzamos la nueva capa con la de las masas de bosque (*Intersect*), de tal forma que obtuvimos una capa que nos relaciona las coronas con las masas de bosque. Calculamos la extensión del bosque en hectáreas dentro de cada corona (*Calculate geometry* y posteriormente *Select by attributes* de cada corona y *Statistics*). Hicimos lo mismo en la capa inicial de asentamientos del área objeto de estudio.

Para saber en cuál de las coronas tenemos más bosque, hemos calculado el ratio (%superficie-bosque/%superficie-total), ya que podemos encontrarnos con áreas en las que

aparentemente haya mucha superficie de bosque pero que la realidad sea que la superficie sobre la que se asienta es grande, o al contrario.

Una vez obtenidos todos los factores necesarios para analizar la distribución espacial del bosque, vemos que es necesario tratarlos para poder utilizar las herramientas de distribución espacial. Hay que destacar que para hacer este análisis hemos utilizado estos factores aplicados a toda el área de estudio, no solo los que corresponden al área ocupada por bosque.

### **3.2.3 Preparación de los datos para el análisis de regresión.**

Para realizar el análisis de regresión lineal, nos hemos encontrado con el problema de que la variable dependiente no es de tipo cuantitativo. Para convertirla en una capa cuantitativa sobre la que poder realizar la regresión lineal OLS y geográficamente ponderada, primero se ha convertido en booleana, identificando con 1 y 0 en qué celdas hay bosque y en cuáles no lo hay<sup>1</sup>. Sobre esa capa se ha realizado una agrupación de celdas en otras de mayor tamaño y de este modo se ha podido contabilizar la extensión de bosque. Este mismo proceso se ha realizado con las variables independientes, es decir, temperatura, precipitación, altitud, pendiente, orientación de ladera, geología, distancia a los ríos y distancia a los asentamientos. Hemos agrupado las celdas en otras de mayor tamaño, usando el mismo ráster que en la variable dependiente, para así conocer qué condiciones, de cada uno de las mencionadas variables, existen en cada una de las celdas del área de estudio.

Para llevar a cabo dicho proceso, se ha utilizado la herramienta de “*Aggregate (Generalization)*”, de tal forma que todas las resultantes tengan el mismo tamaño de celda. Al mismo tiempo, vamos a utilizar como técnica para agregar las celdas la suma para la variable dependiente, y la media para las variables independientes.

Una vez que las capas están preparadas, nos hemos encontrado con que los datos estaban en tablas separadas, por tanto, lo que hemos hecho fue juntarlos en una para así poder trabajar con ellos. Para ello, lo que hicimos fue un “*join por localización*”, ya que como todos ellos pertenecen a la misma área, y dado que no tenemos la misma cantidad de registros en cada una de las tablas, parece que es la única manera de unirlos.

En el momento en el que tenemos todos los factores en la misma tabla, podemos realizar el análisis de regresión. Lo primero que hemos hecho fue un análisis de Regresión Lineal Múltiple por mínimos cuadrados (OLS) (*Spatial Statistics Tool/Modeling Spatial Relationships/Ordinary Least Squares*), en el que metimos todos los factores mencionados.

Posteriormente, hemos aplicado otro análisis de regresión, pero esta vez utilizando una ponderación geográfica GWR (*Spatial Statistics Tools/Modeling Spatial Relationships/Geographically Weighted Regression*) con estos mismos factores. Los resultados de la GWR permiten mejorar los ajustes de la regresión y analizar los resultados locales de la

---

<sup>1</sup> En este caso, podría haberse realizado un análisis de regresión logística, con el fin de identificar las variables explicativas de la pertenencia o no al tipo bosque. Sin embargo, en este trabajo se ha optado por trabajar con las herramientas de regresión geográficamente ponderadas incorporadas en el software ArcGIS 10.1.

misma. Así, es posible cartografiar tanto la bondad de los ajustes locales ( $R^2$  local) como cada uno de los coeficientes.

#### **4. ANÁLISIS DEL MEDIO FÍSICO.**

##### **4.1 CLIMA.**

La temperatura media de la comarca del Eume, y en concreto del Parque Natural, varía durante el año entre los 15 grados centígrados al nivel del mar y los 11 grados centígrados de las zonas más altas del interior. Las abundantes lluvias, nieblas y brumas son más intensas aguas arriba del Eume y los vientos, fuertes en las cumbres, apenas se advierten en las zonas bajas del bosque.

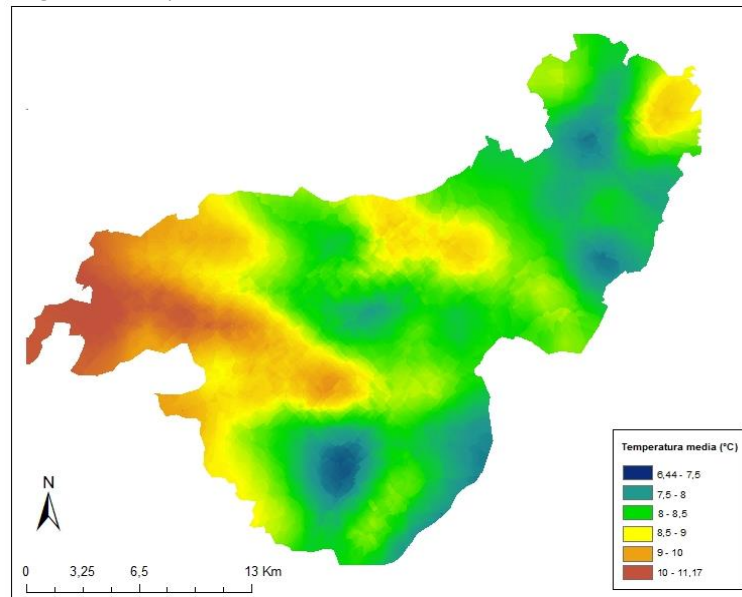
Los fenómenos de inversión térmica en el fondo de los valles, la distinta orientación de las laderas y el carácter abrupto de los cañones fluviales, provocan la proliferación de condiciones climáticas propias.

Pero, a grandes rasgos, podemos decir que la disposición del Parque Natural en las inmediaciones del litoral atlántico, le proporciona unas características climáticas que lo enmarcan plenamente en el dominio oceánico húmedo. En el interior de las fragas se mantiene un "microclima" especial debido a la profundidad y angostura del cañón, y a su orientación este-oeste, que favoreció durante milenios la diversidad natural.

Con todo esto, los trazos climáticos característicos son la suavidad térmica y las precipitaciones moderadas. La suavidad térmica se hace patente tanto en la temperatura media anual, que es de 13,3 grados centígrados, como en la débil amplitud estacional, que es de solo 9,3 grados centígrados. El invierno es muy poco sensible, pues el mes más frío, febrero, alcanza los 8,8 grados centígrados de temperatura media. Con este ambiente térmico las heladas son excepcionales, al ser muy infrecuentes las temperaturas mínimas absolutas que se sitúan por debajo de los cero grados centígrados. El verano también se caracteriza por la suavidad térmica en relación con la época del año, ya que en el mes más cálido, agosto, la temperatura media no excede de los 18,1 grados centígrados. Por lo tanto a la hora de analizar esta variable como posible factor explicativo no se han tenido en cuenta las temperaturas máximas y mínimas, ya que uno de los rasgos más característicos de las temperaturas en este espacio, como acabamos de mencionar, es la suavidad térmica (*figura 10*).



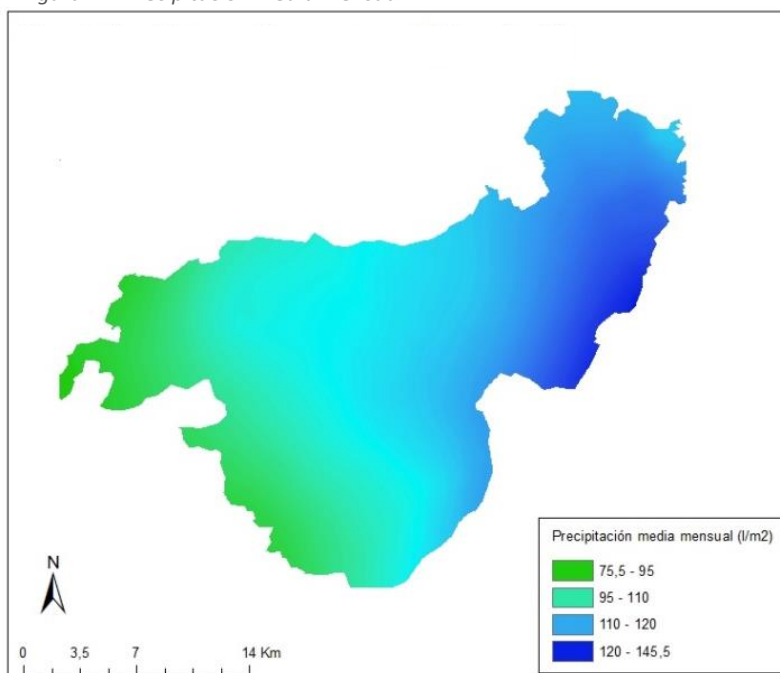
Figura 10. Temperatura media mensual



Fuente: MAGRAMA y elaboración propia

Por lo que respecta a las precipitaciones, estas se distribuyen en más de 150 días al año, una elevada frecuencia que, sin embargo, no se corresponde con lluvias intensas, ya que el total pluviométrico se sitúa en 1700 l/m<sup>2</sup> al año. La distribución estacional de las precipitaciones presenta un máximo en invierno, estación en la que se recoge el 33% de las lluvias anuales. El verano, por el contrario, registra como promedio solo el 14% de las precipitaciones del año, de manera que se obtiene déficit hídrico entre junio y agosto; por otra parte, la primavera y el otoño adoptan un comportamiento de estación de transición, con el 26% y el 27%, respectivamente (figura 11).

Figura 11. Precipitación media mensual



Fuente: MAGRAMA y elaboración propia

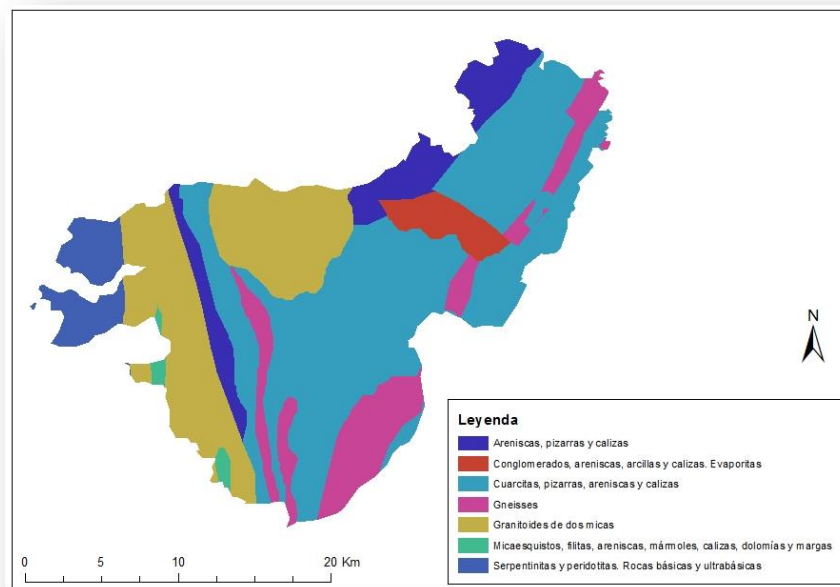
Todos estos rasgos climáticos son los que le proporcionan al Parque Natural las condiciones favorables para su desarrollo y los que favorecen la presencia de especies vegetales consideradas en peligro de extinción.

#### 4.2 LITOLOGÍA Y SUELOS.

En la comarca del Eume, los suelos se caracterizan por un elevado contenido en materia orgánica, baja capacidad de cambio y elevada acidez. Presentan texturas gruesas y elevada porosidad. Los suelos son generalmente leptosoles y cambisoles, aunque pueden dar lugar a procesos de podsolización y gleificación, según el proceso edafogénico.

Los materiales predominantes son pizarras y filitas que ocupan una superficie importante, siendo los podsoles el tipo de suelo más frecuente, mientras que los suelos derivados de las rocas de la formación “ollo de sapo” presentan, en general, texturas gruesas y buen drenaje, con propiedades similares a las de los suelos graníticos. Los suelos sobre rocas básicas solamente ocupan una estrecha franja en las proximidades de “Pontedeume” (figura 12).

Figura 12. Geología



Fuente: base de datos de la Editorial Santillana y elaboración propia

#### 4.3 LAS FORMAS DEL RELIEVE.

El relieve de la comarca del Eume está protagonizado por el río del mismo nombre y el profundo cañón que escavó antes de su llegada al mar. Parte de este cañón está inundado por las aguas del embalse, mientras que el resto es un desfiladero que forma la Reserva Integral del Parque Natural, y un profundo valle. El bosque se instaló en sus escarpadas paredes y en las empinadas laderas.

Alrededor de hace unos 65 millones de años, el aspecto general de esta zona era el de una superficie aplanada con relieves suaves, donde destacaban pequeñas alturas que, más adelante, formarían las sierras actuales.

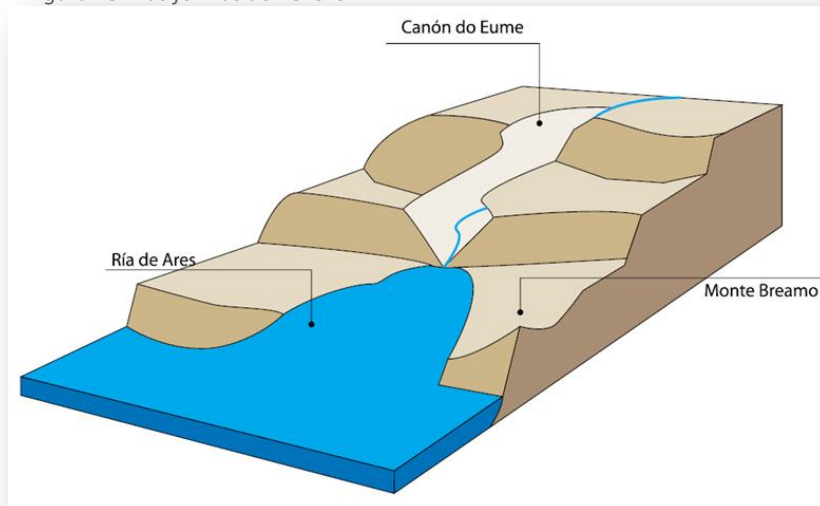
Este territorio, se asentó sobre diversos bloques o placas, separados por fallas, sobre las que basculaban obedeciendo a las fuerzas telúricas que modelaban la tierra. Las elevaciones y hundimientos que estas fuerzas provocaron dieron lugar al pronunciado desnivel de 1000 metros que salva el río Eume en los 76 kilómetros de lecho.

En el camino a la desembocadura podemos diferenciar tres superficies de aplanamiento (Pulgar, I., Amigo, J., Giménez, J. Sin especificar año):

- La superficie exógena-paleógena, a los 600 metros de altitud ("Serrón do Lobo"). Testigo de aquel territorio aplanado del Terciario.
- A los 400 metros, podemos encontrar la superficie aquitaniense ("Monte Fontardiñón"). Es el resto más elevado de aquel bloque geológico.
- A los 200 metros, tenemos la superficie tortoniense ("Monte Breamo"), que forma las tierras bajas.

Otros bloques se hundieron, como los que dieron lugar a la depresión de la ría de Ares y "Pontedeume", en la que se sumerge el Eume, o la depresión de "As Pontes", que en el Terciario formaba un extenso lago. Sobre esta sucesión de escalones, el Eume formó el cañón que hoy conocemos (figura 13).

Figura 13. Las formas del relieve



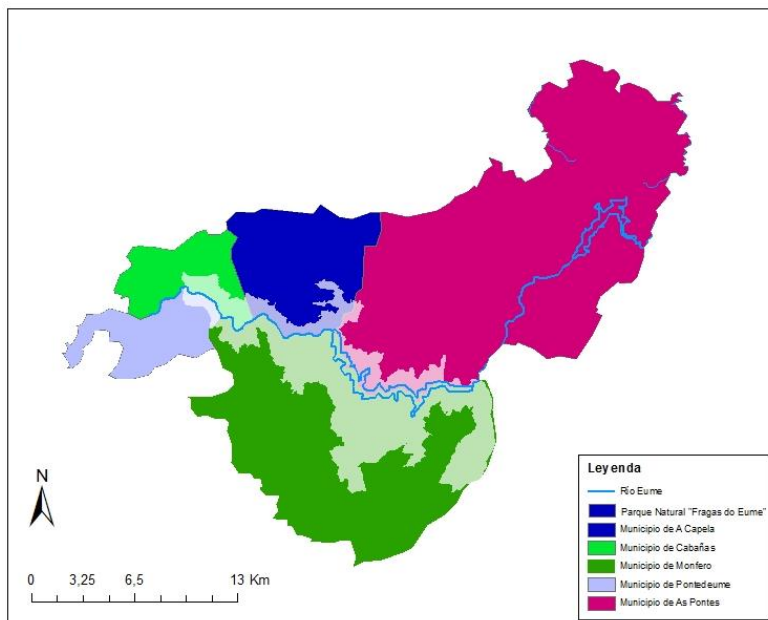
Fuente: PULGAR, I., AMIGO, J., GIMÉNEZ, J.

#### 4.4 RED HIDROGRÁFICA.

En cuanto a la red hidrográfica el río Eume es el principal río de este espacio (figura 14).

El río *Eume* nace en las cumbres de la “Serra do Xistral”, en Lugo, con más de 1000 metros de altitud. Un sinuoso recorrido por entre montañas lo conducen hasta el valle industrial de “As Pontes” y los embalses de la “Ribeira” (con una capacidad de 33 millones de m<sup>3</sup> de agua) y del Eume (123 millones de m<sup>3</sup>). A partir de entonces se descuelga en caída libre sobre el profundo cañón que también lleva su nombre, atraviesa el valle y llega al mar, 80 kilómetros después de donde nació, en la ría de “Ares”. A su margen derecha, por las tierras de “As Pontes”, discurren sus afluentes “Maciñeira” y “Ponte de Pedra”, de 11 kilómetros de longitud; y en el margen izquierdo, los hijos predilectos del Eume: “Frai Bermuz” (de 10 kilómetros de longitud) y “San Bartolomé” (de 8 kilómetros de longitud).

Figura 14. Hidrografía.



Fuente: IGN y elaboración propia

#### 4.5 FLORA.

Como ya vimos anteriormente, las “Fragas do Eume” están formadas por varios tipos de bosque, todos ellos pertenecientes a los denominados bosques atlánticos caducifolios.

Según las condiciones de clima, suelo y altitud de cada zona, el árbol dominante puede ser el roble (*Quercus robur*) o el roble negro (“cerquiño”. *Quercus pyrenaica*). Con ellos conviven otras especies que aparecen de forma más aislada pero que contribuyen notablemente a la diversidad natural del bosque, entre ellos cabe destacar la presencia de: madroños (*Arbutus unedo*), castaños (*Castanea sativa*), que en la actualidad son poco numerosos pero

antiguamente aparecían diseminados en los bosques europeos debido a su intenso cultivo durante el imperio romano. Los alisos (*Alnus glutinosa*) y fresnos (*Fraxinus excelsior* y *F. angustifolia*), que forman un bosque dentro del bosque creando en las riberas un espacio natural muy sombreado, fresco y rico. El olmo (*Ulmus glabra*) aparece en las zonas con suelos frescos y profundos. El laurel (*Laurus nobilis*), acebo (*Ilex aquifolium*) y el avellano (*Corylus avellana*), ocupan la parte baja del bosque pues raramente alcanzan la misma altura que otras especies. Y por último el abedul (*Betula alba*) que coloniza las tierras más difíciles por la pobreza de su suelo o por la pendiente, enriqueciéndola y extendiendo así el bosque.

Además de esto, cabe destacar, que las “Fragas do Eume” albergan a 28 especies de helechos, 7 de ellas relictas y catalogadas como amenazadas. Tanto la posición geográfica como la propia orografía del cañón, posibilitaron que algunos helechos como el *Culcita macrocarpa* o el *Woodwardia radicans*, permanezcan aún en la actualidad (Pulgar, I., Amigo, J., Giménez, J. Sin especificar la fecha).

Las especies vegetales amenazadas del Parque Natural son las siguientes:

Tabla 1. Especies vegetales amenazadas.

<b>En peligro de extinción</b>	<b>Vulnerables</b>
<i>Culcita macrocarpa</i>	<i>Dryopteris guanchica</i> <i>Dryopteris aemula</i> <i>Hymenophyllum tunbrigense</i> <i>Vandenboschia speciosa</i> <i>Woodwardia radicans</i>

Fuente: Pulgar, I., Amigo, J., Giménez, J. Sin especificar la fecha.

#### 4.6 FAUNA.

En cuanto a la fauna, en las “Fragas do Eume” nos encontramos con diversos biotopos naturales. Está catalogada la presencia de 126 especies de vertebrados entre los que podemos citar al zorro, la gineta, el lobo, la ardilla..., 103 especies de aves, 15 especies de anfibios, que debido a la presencia de un clima húmedo y sombrío resulta un lugar idóneo para este tipo de animales; 14 especies de reptiles y 8 especies de peces (Pulgar, I., Amigo, J., Giménez, J. Sin especificar la fecha).

Este parque alberga especies en peligro de extinción como la marta, el lirón, la salamandra rabilarga, el gato montés, la babosa *Geomalacus maculosus*, el buho real, el halcón peregrino, que es uno de los grandes depredadores que habitan en las fragas, la nutria o el escarabajo *Carabus galicianus* que vive únicamente en el noroeste de la península Ibérica, y encuentra en las “Fragas do Eume” uno de sus mejores hábitats.



## 5. DINÁMICA DEL BOSQUE EN EL ÁREA DE LAS “FRAGAS DO EUME” (COMARCA DEL EUME).

En este apartado hemos tratado de ver qué es lo que ocurre con las áreas ocupadas por bosque, dónde se localizan y comprobar cómo han evolucionado desde el año 1990.

En primer lugar vimos qué es lo que ocurre con los datos agregados (de forma general) entre los años 1990 y 2011, y a continuación la situación entre 1990 y 2006 con los datos desagregados.

*Datos agregados:* una vez obtenidas cada una de las capas de bosque para 1990, 2000, 2006 y 2011 (ésta última a partir de las herramientas de teledetección), ya se pueden comparar las hectáreas de bosque para cada uno de los años.

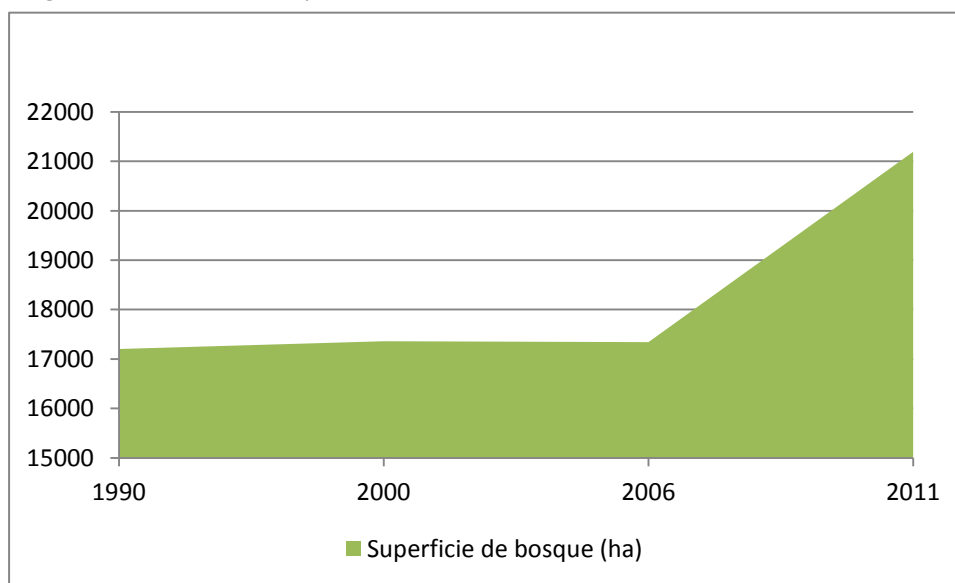
Analizando tanto la tabla como la figura, vemos que apenas hubo variación en la extensión del bosque entre los años 1990, 2000 y 2006, mientras que entre el 2006 y el 2011 el incremento fue de un 7,13%, es decir, la superficie ocupada por bosque aumentó 3851,82 hectáreas en el conjunto de los municipios que contienen al Parque Natural. Analizando dicho incremento en el área del Parque Natural, vemos que este es muy inferior, situándose la cifra en un 0,13% (tabla 2, figuras 15 y 16).

Tabla 2. Evolución del bosque.

Año	Hectáreas	Kilómetros cuadrados	Porcentaje
1990	17202,9	172,03	31,84
2000	17360,1	173,6	32,13
2006	17341,48	172,02	32,09
2011	21193,3	211,93	39,22

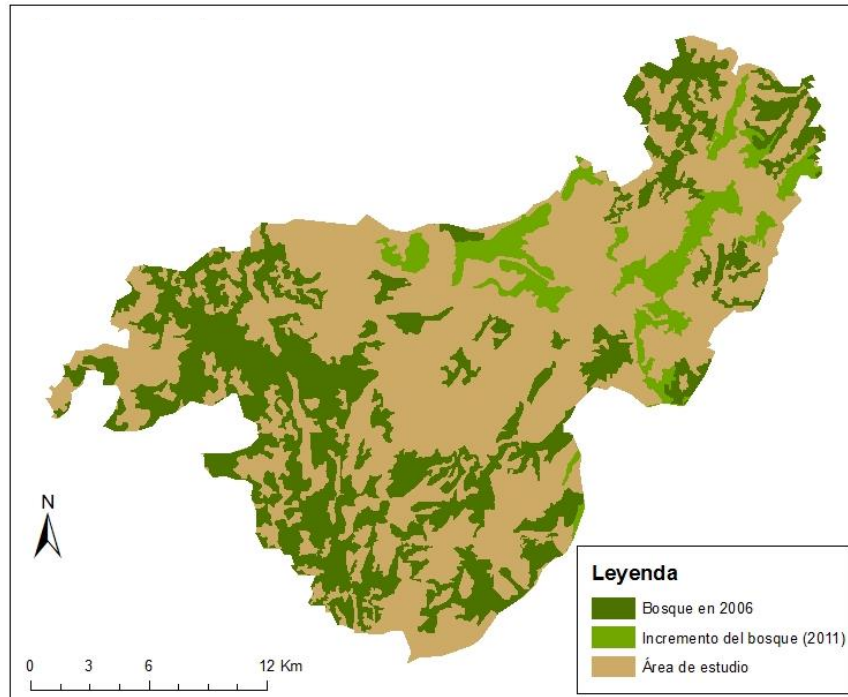
Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Evolución del bosque.



Fuente: elaboración propia

Figura 16. Superficie de bosque



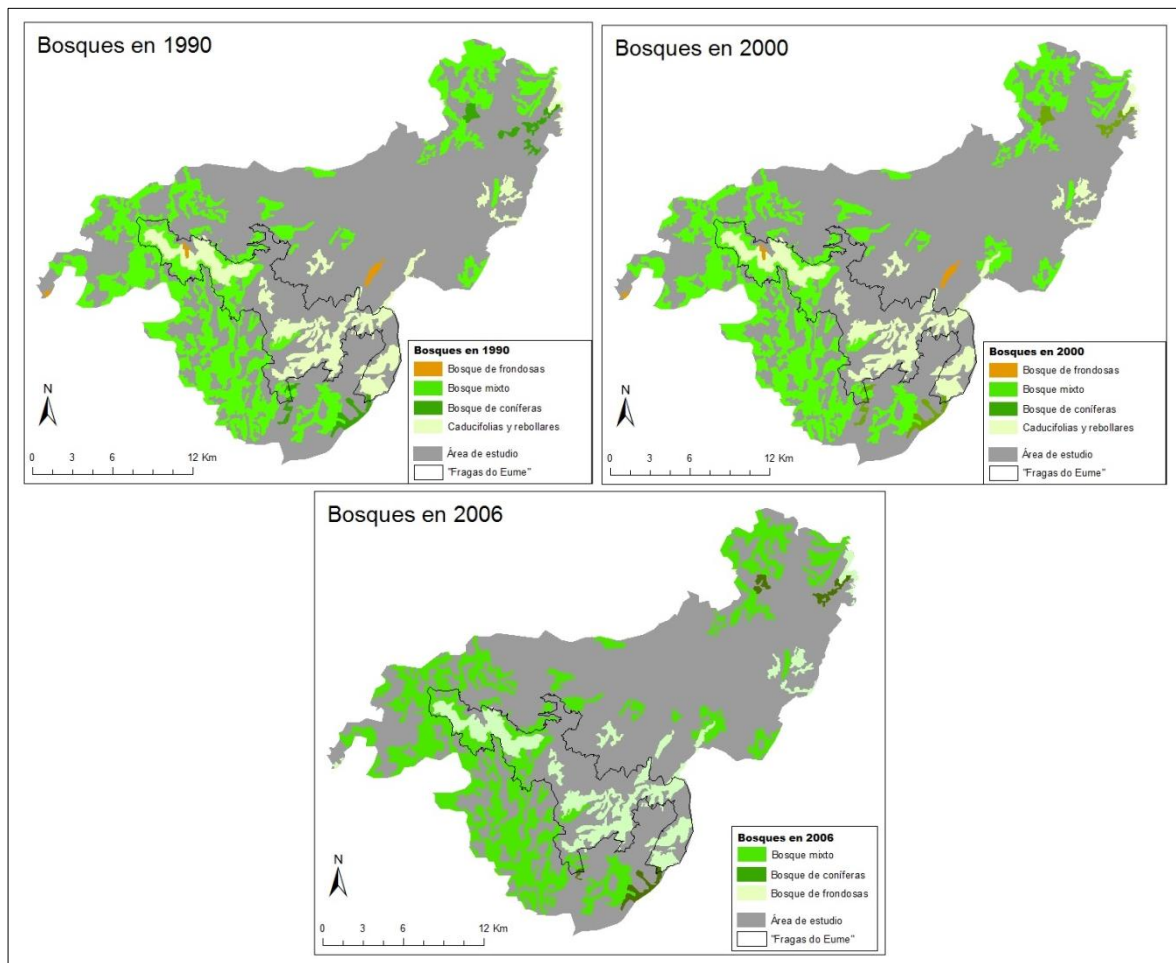
Fuente: IGN y elaboración propia

*Datos desagregados:* a continuación hemos analizado qué es lo que ocurre con cada uno de los tipos de bosque, pero sólo desde 1990 hasta el año 2006, ya que como hemos mencionado anteriormente no disponemos de los medios técnicos suficientes para realizar dicho análisis a partir de la imagen satélite (año 2011).

Como se puede comprobar analizando los mapas, tablas y gráficos que aparecen a continuación (*Figuras 17 y 18, Tabla 3*), el tipo de bosque predominante en el área de las “Fragas do Eume” es el bosque mixto, seguido a cierta distancia del bosque de caducifolias, mientras que los bosque de coníferas y de frondosas tienen una escasa presencia.

En cuanto a la evolución de cada tipología, se ve que no existen grandes diferencias, ya que la situación entre 1990 y el 2006 es muy similar, a excepción del bosque de frondosas que experimentó un importante incremento, pasando de representar solo un 0,27% de la superficie total del área de estudio, tanto en 1990 como en el año 2000, a casi un 7,78% de la misma en el año 2006 (*figuras 17 y 18, tabla 3*).

Figura 17. Dinámica del bosque.



Fuente: IGN y elaboración propia

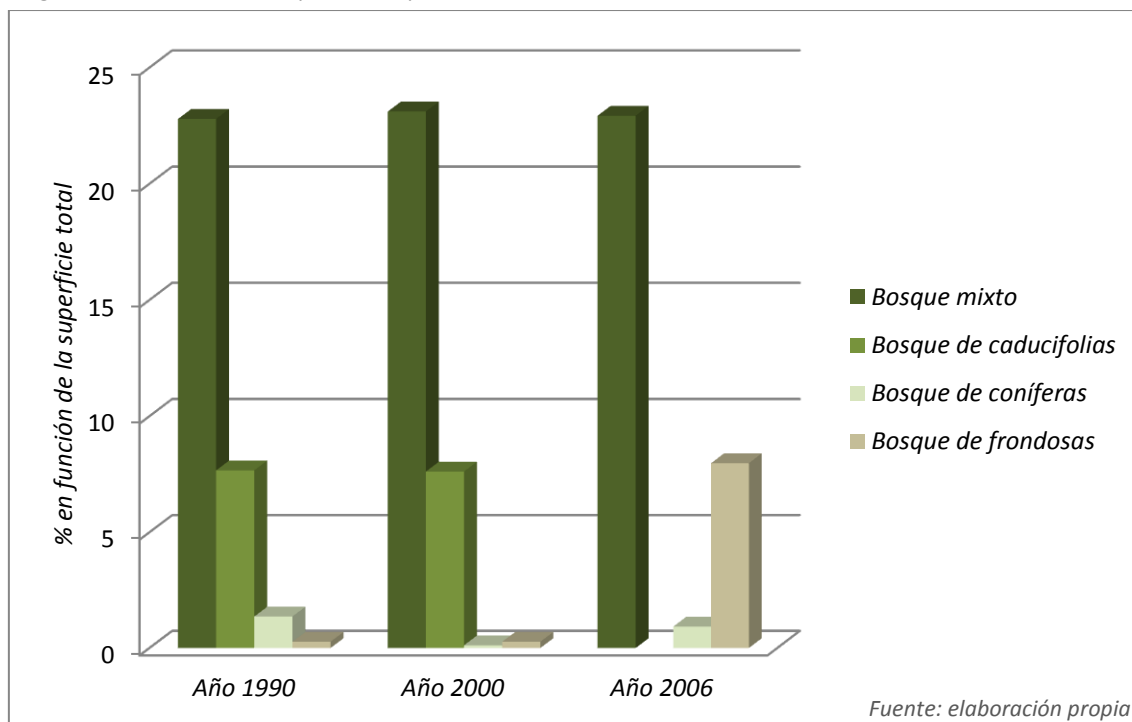
Tabla 3. Dinámica del bosque.

<b>Dinámica del bosque</b>	<b>Año 1990</b>	<b>Año 2000</b>	<b>Año 2006</b>
<b>Bosque mixto</b>	22,79	23,11	22,93
<b>Bosque de caducifolias</b>	7,67	7,62	(*) <sup>2</sup>
<b>Bosque de coníferas</b>	1,36	0,12	0,93
<b>Bosque de frondosas</b>	0,27	0,27	7,98

Fuente: Elaboración propia.

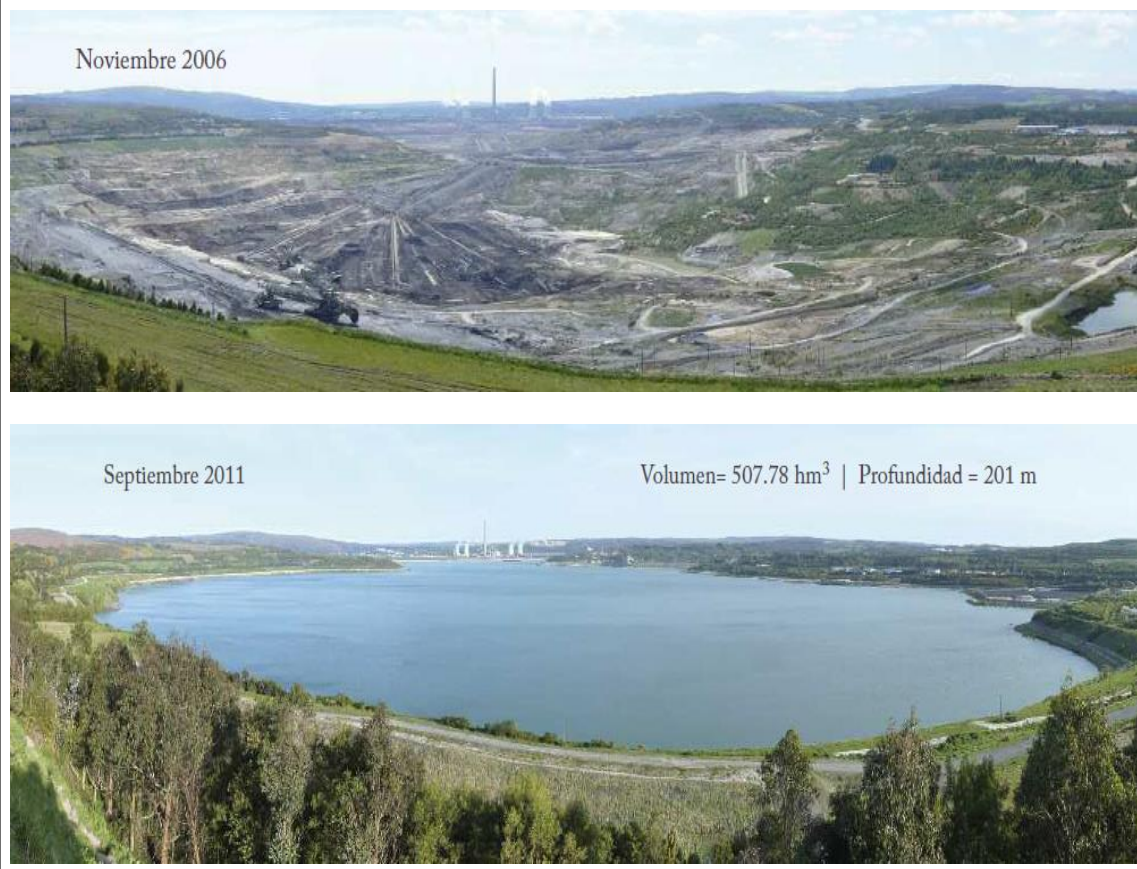
<sup>2</sup> (\*) Para el año 2006 el Corine Land Cover no distingue la tipología de bosque caducifolio. Posiblemente este tipo de bosque esté englobado en otra clase.

Figura 18. Evolución de los tipos de bosque.



Tras este análisis se ha visto que ha tenido lugar un notable incremento de la superficie ocupada por bosque, especialmente entre en los años 2006 y 2011, como ya se ha mencionado anteriormente. Este incremento de la superficie de bosque se debió a la transformación de una antigua mina de lignito del municipio de “As Pontes”, en lo que ahora es en el lago artificial más grande de España (Rivas, F., 2011) como se puede apreciar en la figura 19. En esta labor, además de la creación de dicho lago, se llevó a cabo la plantación de importantes extensiones de vegetación autóctona (robles, castaños, abedules, alisos) en las proximidades del mismo, lo que supuso un factor muy positivo para el futuro del Parque Natural, ya que aunque éste incremento no tenga lugar en su interior, puede considerarse una medida protectora que elimine la presión que pudieran estar ejerciendo las coronas que lo circundan, donde se aprecia la presencia de zonas urbanas e industriales.

Figura 19. Lago de "As Pontes".



Fuente: RIVAS, F., (2011).

A continuación se han analizado cuáles han sido los factores explicativos de la distribución del bosque en el año 2006, para comprobar posteriormente si esos factores se dan en el área donde se localiza la repoblación del bosque, y por tanto comprobar si se hizo en el lugar más indicado para tal fin o no.

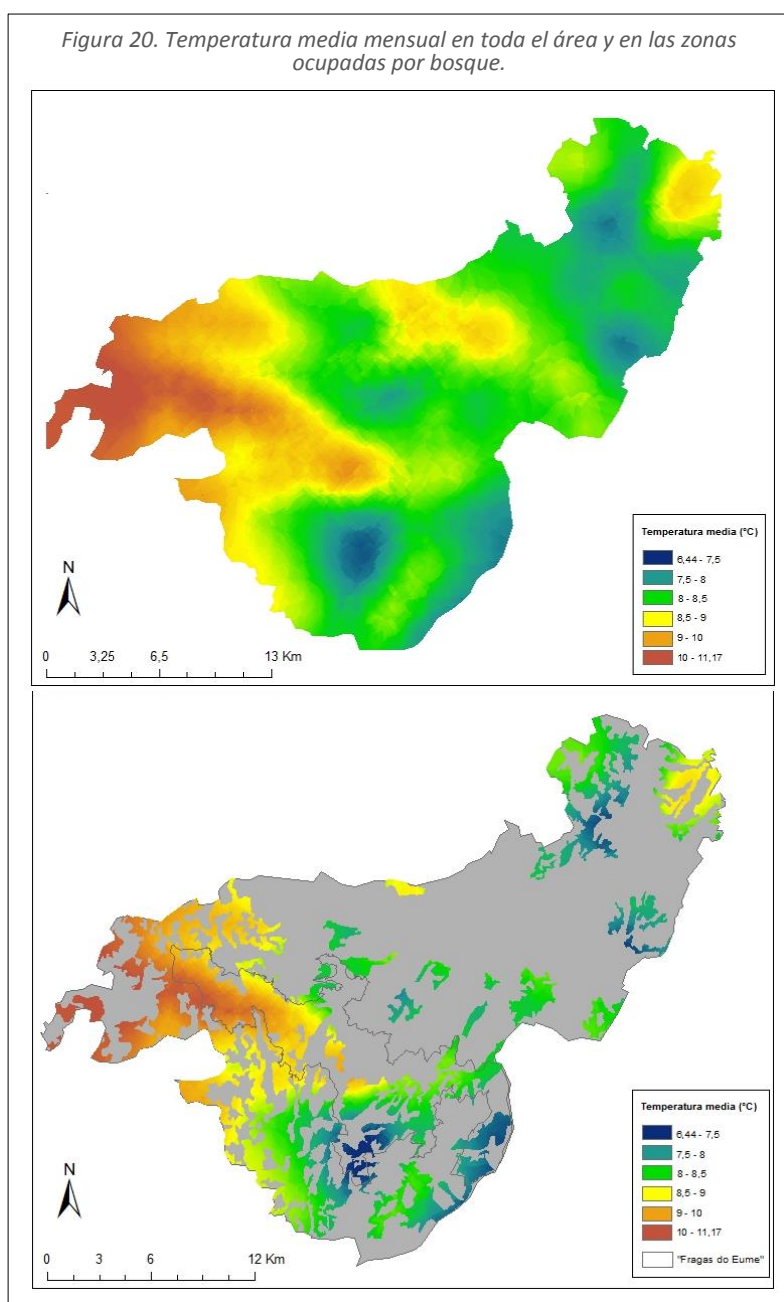


## 6. FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DEL BOSQUE EN EL ÁREA DE LAS "FRAGAS DO EUME" EN 2006 (COMARCA DEL EUME).

**Factores atmosféricos.** Dentro de este grupo de factores atmosféricos, se han analizado la temperatura media mensual y la precipitación media mensual.

- *Temperatura media mensual.*

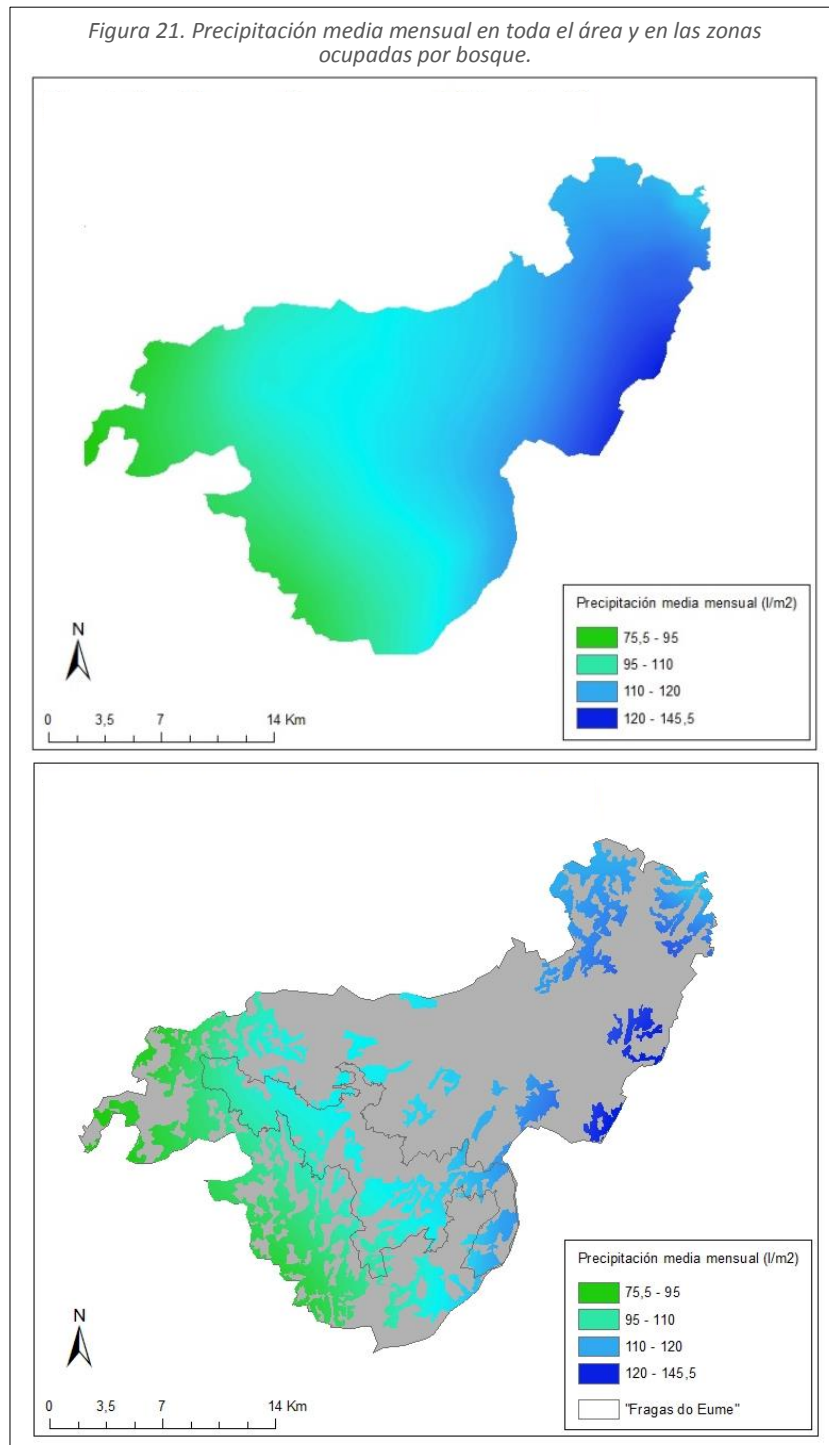
Analizando la información contenida en el mapa (figura 20) y en la tabla, resultado de cruzar la capa de temperaturas medias mensuales con la de bosque, se extrae que la temperatura media mensual de toda la distribución es de 8,7 grados centígrados, siendo la temperatura media de la provincia de A Coruña de 14,9 grados centígrados.



Fuente: MAGRAMA y elaboración propia

- *Precipitación media mensual.*

Analizando la información contenida en el mapa (*figura 21*) y en la tabla, resultado de cruzar la capa de precipitaciones medias mensuales con la de bosque, se extrae que la precipitación media mensual de toda la distribución es de 119,5 l/m<sup>2</sup>, siendo la precipitación media mensual de la provincia de A Coruña de 90 l/m<sup>2</sup>.



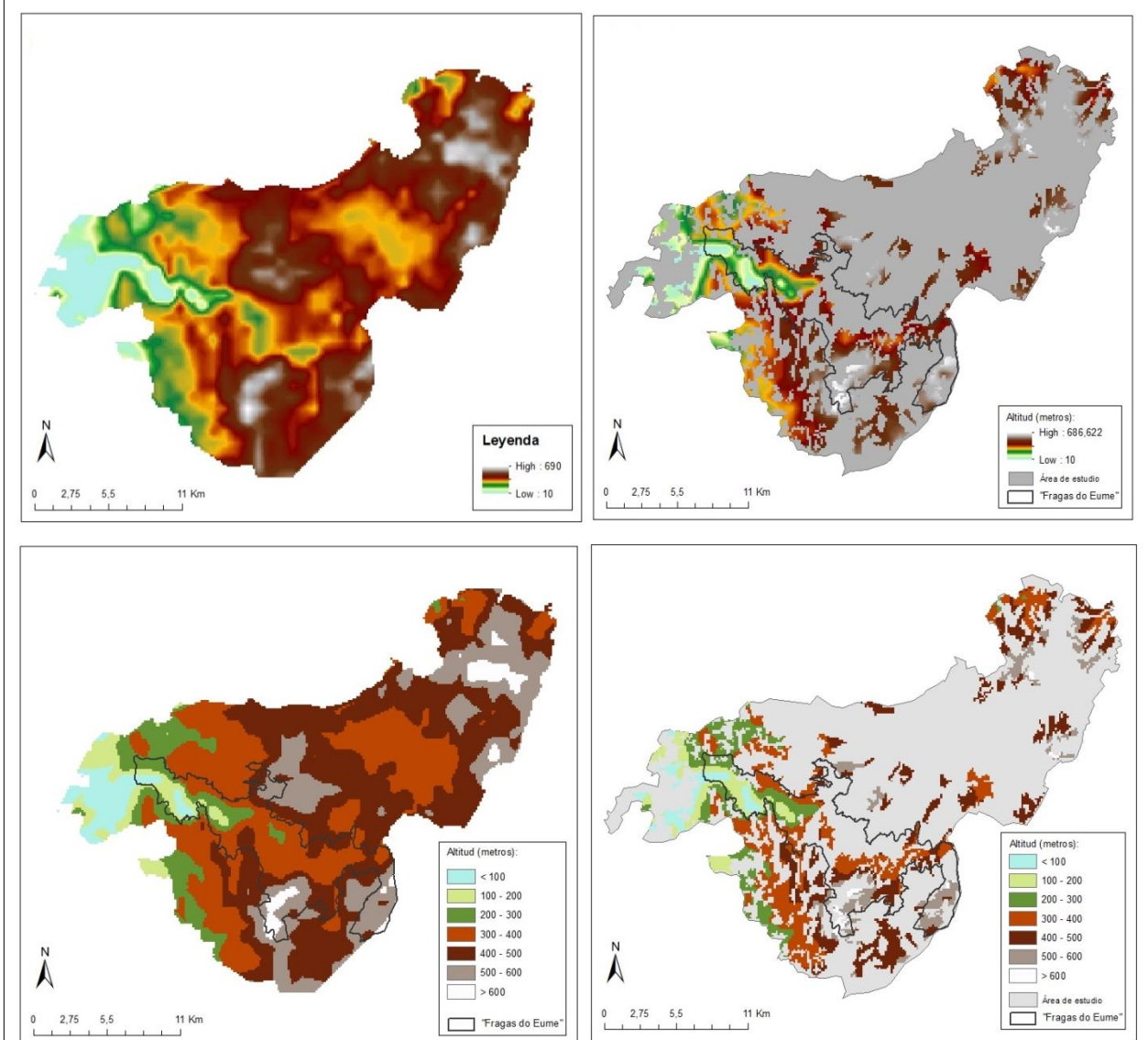
Fuente: MAGRAMA y elaboración propia

**Factores morfológicos.** Dentro de este grupo de factores morfológicos se han analizado la altitud, la pendiente, la orientación de ladera, la geología y el factor hidrológico.

○ *Altitud.*

Analizando la información contenida en el mapa (figura 22), y tras observar los ratios de la tabla 4 (resultado de la división del porcentaje de bosque en 2006 entre el porcentaje de la superficie total de bosque en 2006 para cada una de las clases), comprobamos que las altitudes más favorables para el desarrollo del bosque son entre los 100 y 200 metros, y es a partir de los 400 metros de altitud cuando ésta comienza a influir negativamente en el desarrollo del mismo.

Figura 22. Altitud en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque.



Fuente: IGN y elaboración propia

Tabla 4. Ratio del factor altitud

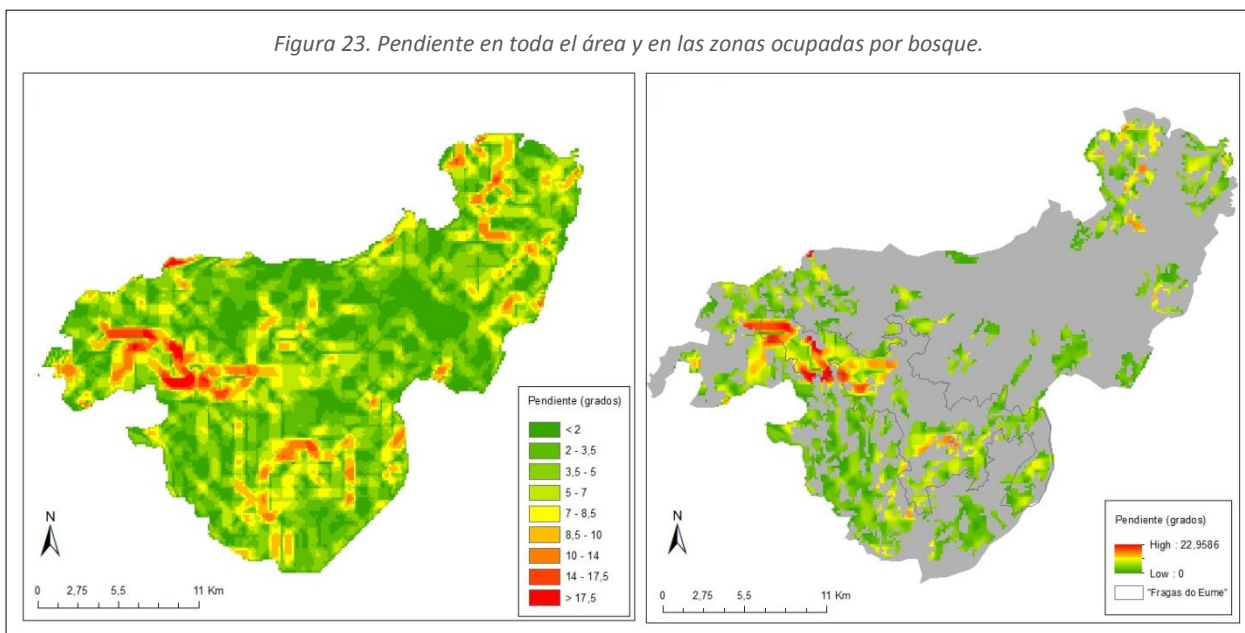
<b>Altitud (metros)</b>	<b>Superficie total en 2006 (ha)</b>	<b>Superficie total en 2006 (%)</b>	<b>Hectáreas de bosque en 2006</b>	<b>Porcentaje de bosque en 2006</b>	<b>Ratio</b>
< 100	1912	3,62	807	4,87	1,34
100 - 200	2065	3,91	1471	8,87	2,27
200 - 300	4054	7,68	2510	15,13	1,97
300 - 400	15312	28,99	5017	30,25	1,04
400 - 500	19244	36,44	4615	27,83	0,76
500 - 600	9026	17,09	1977	11,92	0,70
> 600	1197	2,27	188	1,13	0,50

Fuente: Elaboración propia

○ *Pendiente.*

Analizando la información contenida en el mapa (figura 23), y tras cruzar la capa de pendientes con la de bosque, comprobamos que las pendientes más favorables para el desarrollo del bosque son superiores a los 5 grados, aunque hay que destacar que las más significativas para su desarrollo son las que superan los 14 grados.

Figura 23. Pendiente en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque.



Fuente: IGN y elaboración propia

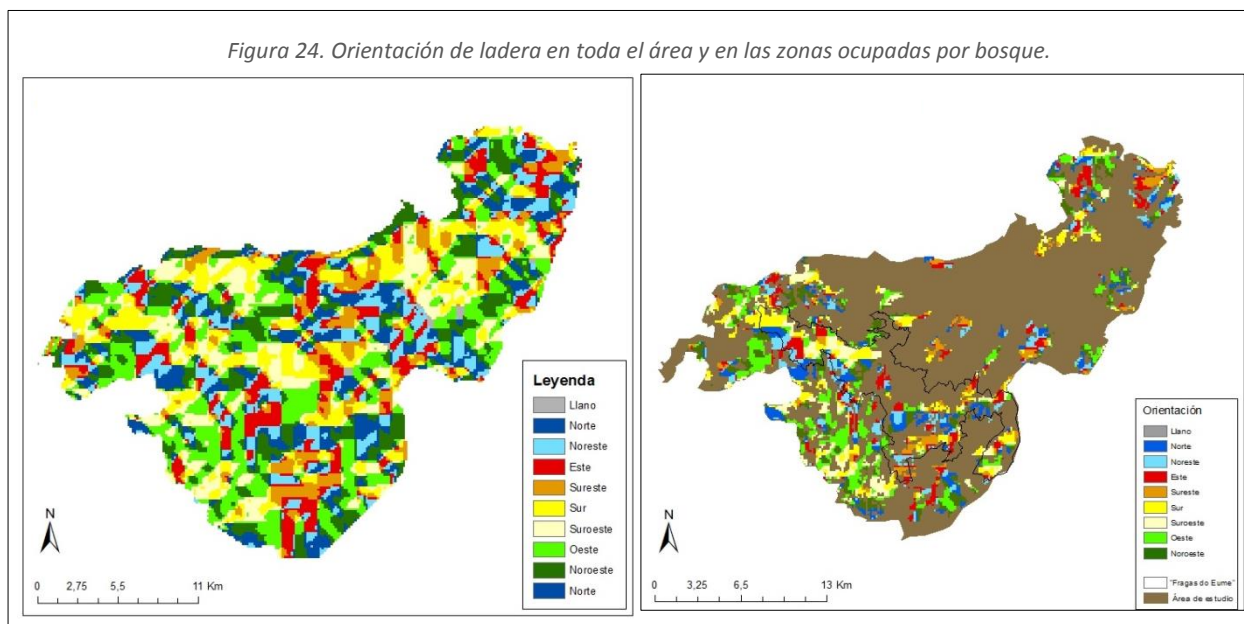
Tabla 5. Ratio del factor pendiente

<b>Pendiente (grados)</b>	<b>Superficie total en 2006 (ha)</b>	<b>Superficie total en 2006 (%)</b>	<b>Hectáreas de bosque en 2006</b>	<b>Porcentaje de bosque en 2006</b>	<b>Ratio</b>
< 2	10915	20,80	2458	14,88	0,72
2 - 3,5	12200	23,25	3410	20,64	0,89
3,5 - 5	10845	20,66	3373	20,42	0,99
5 - 7	9237	17,60	3073	18,60	1,06
7 - 8,5	3958	7,54	1497	9,06	1,20
8,5 - 10	2288	4,36	891	5,39	1,24
10 - 14	2293	4,37	1226	7,42	1,70
14 - 17,5	503	0,96	417	2,52	2,63
> 17,5	245	0,47	176	1,07	2,28

Fuente: Elaboración propia

○ *Orientación de ladera.*

Analizando el mapa (figura 24) y tras cruzar la capa de orientación de ladera con la de bosque y haber calculado los ratios (tabla 6), como podemos ver en la siguiente tabla (Tabla 4), comprobamos que la orientación predominante a la que se desarrolla el bosque es norte, este y oeste.



Fuente: IGN y elaboración propia

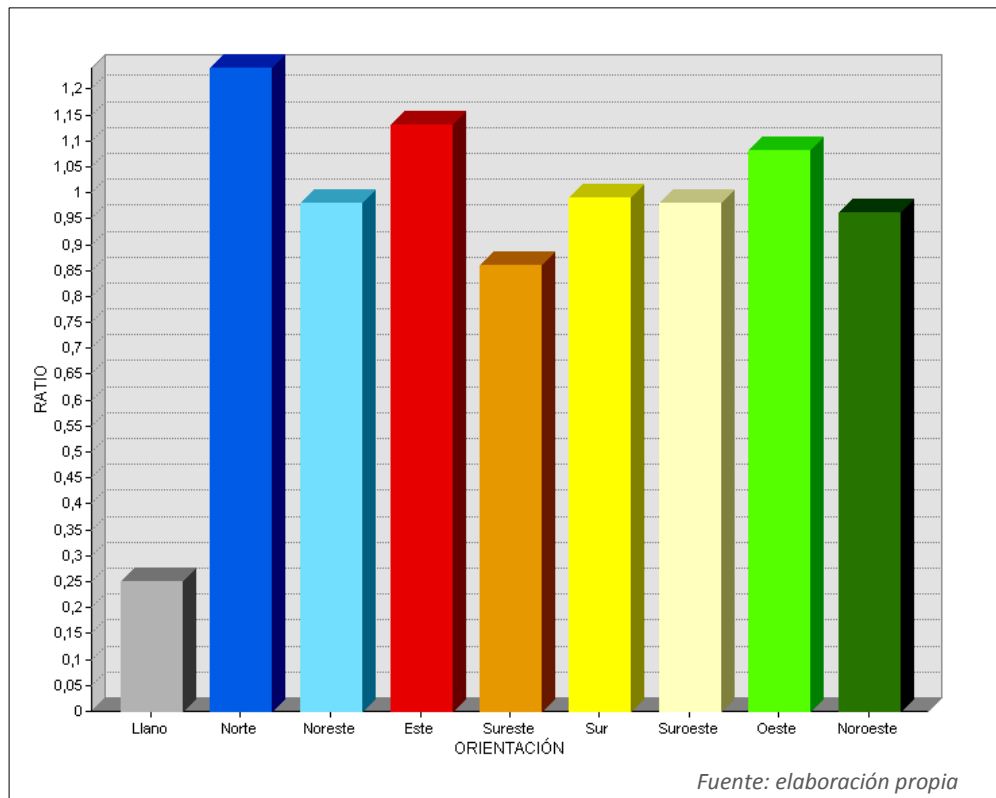
Tabla 6. Ratio del factor orientación de ladera.

Orientación	Hectáreas de bosque en 2006	Porcentaje de bosque en 2006	Superficie total en 2006 (ha)	Superficie total en 2006 (%)	Ratio 2006
Llano	5	0,07	110	0,48	0,25
Norte	906	15,19	2791	12,21	1,24
Noreste	751	10,25	2384	10,43	0,98
Este	897	12,25	2471	10,81	1,13
Sureste	584	7,97	2113	9,24	0,86
Sur	906	12,37	2863	12,53	0,99
Suroeste	963	13,15	3062	13,40	0,98
Oeste	1291	17,62	3745	16,38	1,08
Noroeste	1022	13,95	3318	14,52	0,96

Fuente: Elaboración propia

Se puede analizar esta información a través de un gráfico, para poder tener una idea más visual (View/Create graph).

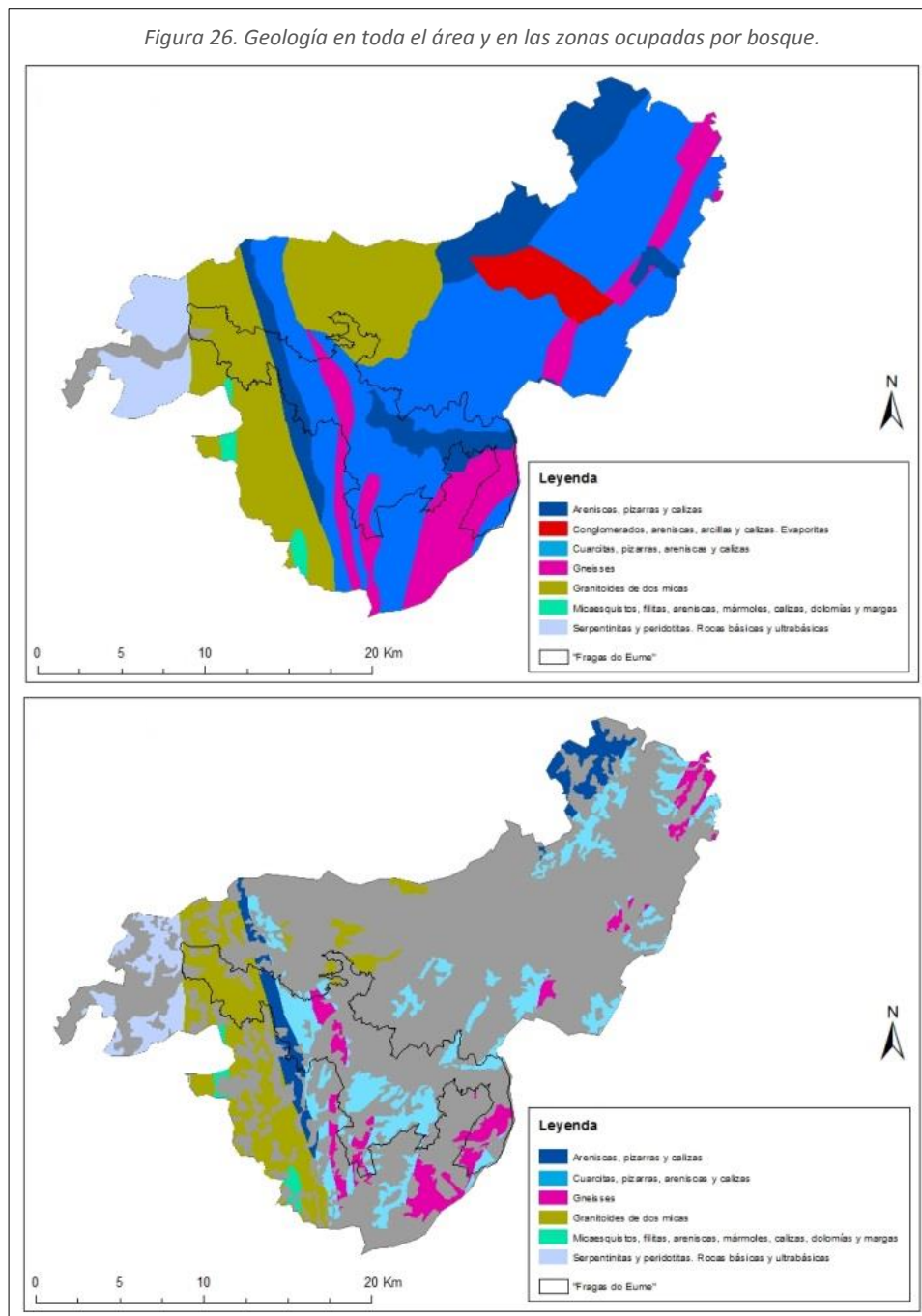
Figura 25. Orientación de ladera.





○ *Geología.*

Analizando el mapa (figura 26) y observando los ratios (tabla 7) se ha obtenido que el tipo de roca más significativo sobre el que se asienta el bosque pertenece al grupo “*micasquistos, filitas, areniscas, mármoles, calizas, dolomías y margas*”, a pesar de que la extensión total de este tipo de materiales es muy reducida, con solo un 0,77% de la superficie, seguido muy de cerca por el grupo “*Conglomerados, areniscas, arcillas y calizas. Evaporitas*”.



Fuente: base de datos de la Editorial Santillana y elaboración propia

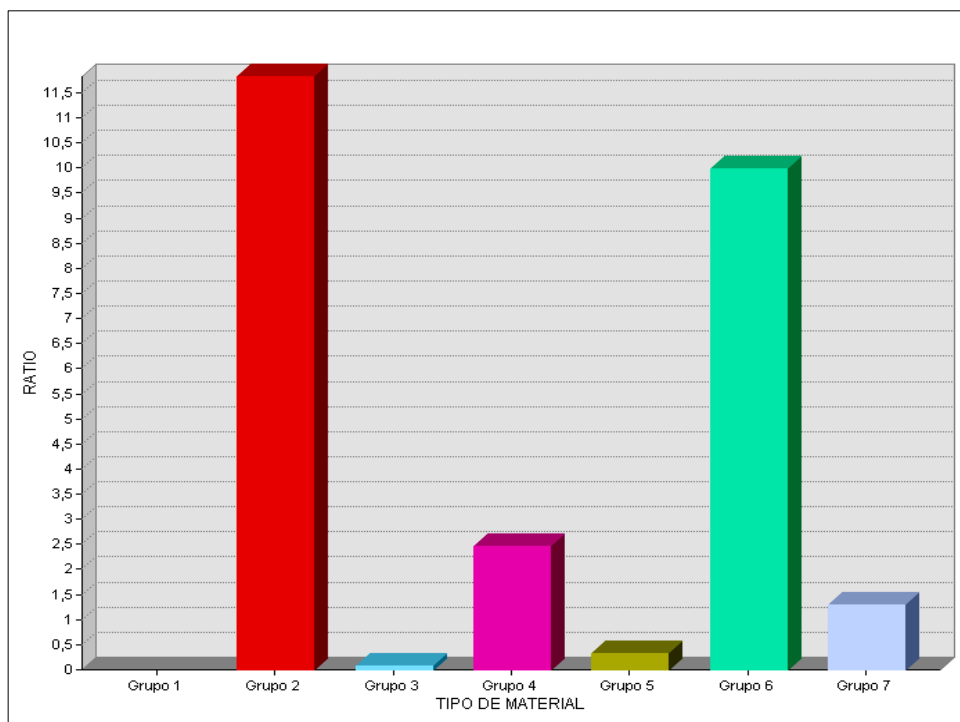
Tabla 7. Geología.

Roca	Hectáreas de bosque en 2006	Porcentaje de bosque en 2006	Superficie total en 2006 (ha)	Superficie total en 2006 (%)	Ratio
Areniscas, pizarras y calizas	1931,17	11,77	4811,8	9,06	1,30
Conglomerados, areniscas, arcillas y calizas. Evaporitas	5551,05	33,82	1800,8	3,39	9,98
Cuarcitas, pizarras, areniscas y calizas	2281,7	13,90	22789,54	42,9	0,32
Gneisses	4908,23	29,90	6477,34	12,19	2,45
Granitoides de dos micas	247,91	1,51	12276,76	23,11	0,07
Micasquistos, filitas, areniscas, mármoles, calizas, dolomías y margas	1493,64	9,10	409,89	0,77	11,82
Serpentinitas y peridotitas. Rocas básicas y ultrabásicas	0	0	2804,86	5,3	0

Fuente: Elaboración propia

Se puede analizar esta información a través de un gráfico (Create graph) para mostrar los resultados de forma más visual.

Figura 27. Geología.



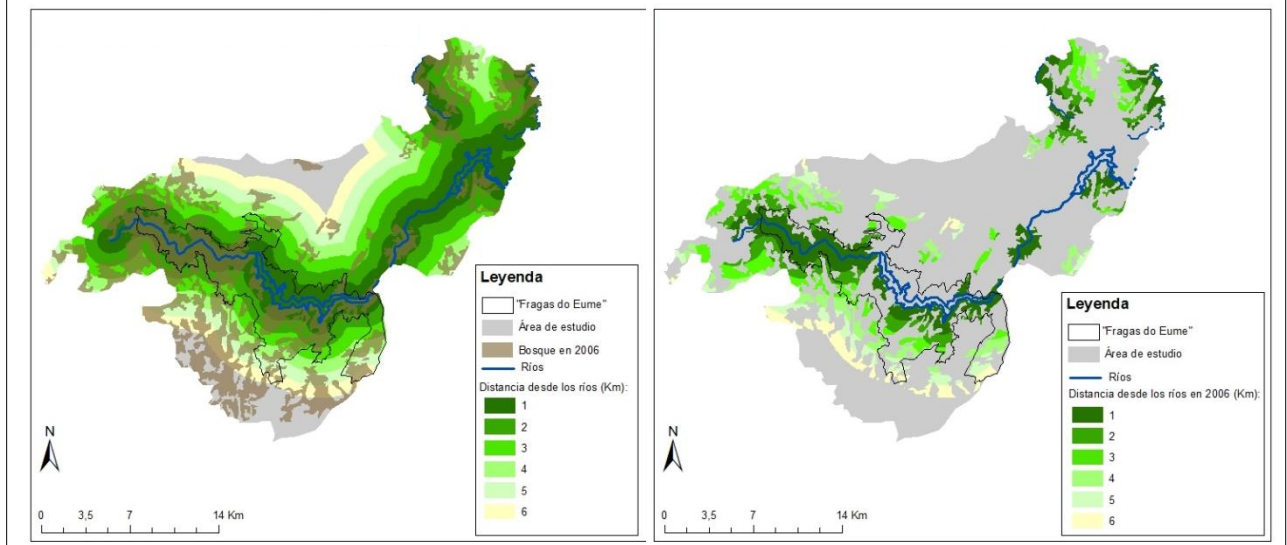
Grupo 1	Areniscas, pizarras y calizas
Grupo 2	Conglomerados, areniscas, arcillas y calizas. Evaporitas
Grupo 3	Cuarcitas, pizarras, areniscas y calizas
Grupo 4	Gneisses
Grupo 5	Granitoides de dos micas
Grupo 6	Micasquistos, filitas, areniscas, mármoles, calizas, dolomías y margas
Grupo 7	Serpentinitas y peridotitas. Rocas básicas y ultrabásicas

Fuente: elaboración propia

○ *Distancia a los ríos.*

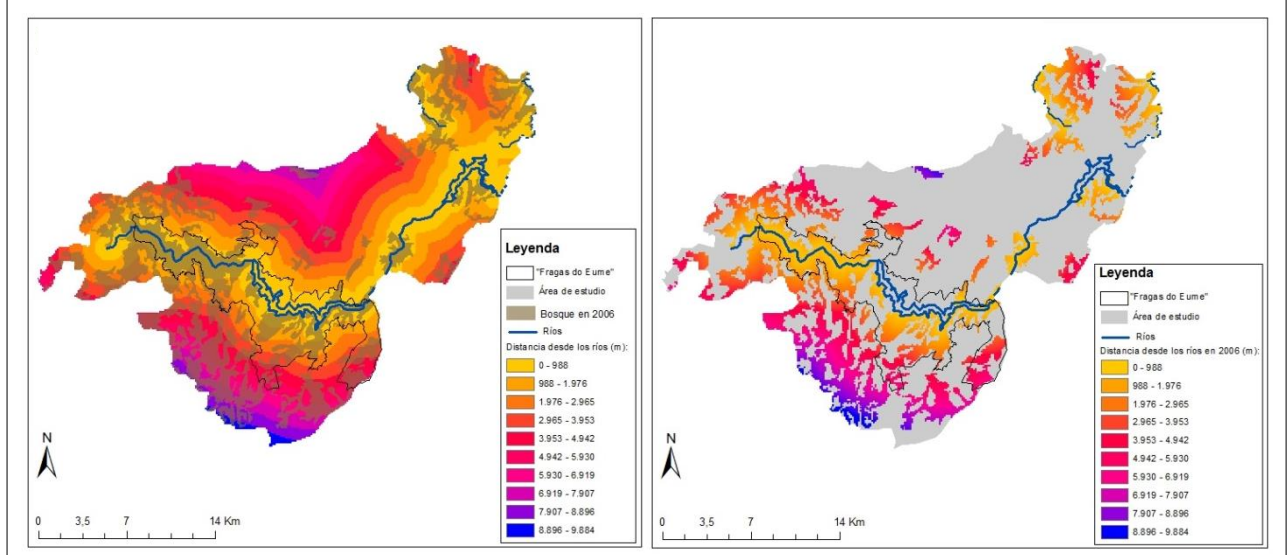
Analizando los mapas, tablas y el gráfico (figuras 28 y 29, tabla 8), se ha llegado a la conclusión de que se cumple a grandes rasgos la premisa de que a medida que nos alejamos de los ríos disminuye la superficie ocupada por bosque. A pesar de esto, observando la tabla (Tabla 8), se ve que no se cumple en la corona de los 2 kilómetros de distancia.

Figura 28. Distancia desde los ríos al bosque en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque. Método: "Multiple Ring Buffer"



Fuente: IGN y elaboración propia

Figura 29. Distancia desde los ríos al bosque en toda el área y en las zonas ocupadas por bosque. Método: "Euclidean distance"



Fuente: IGN y elaboración propia

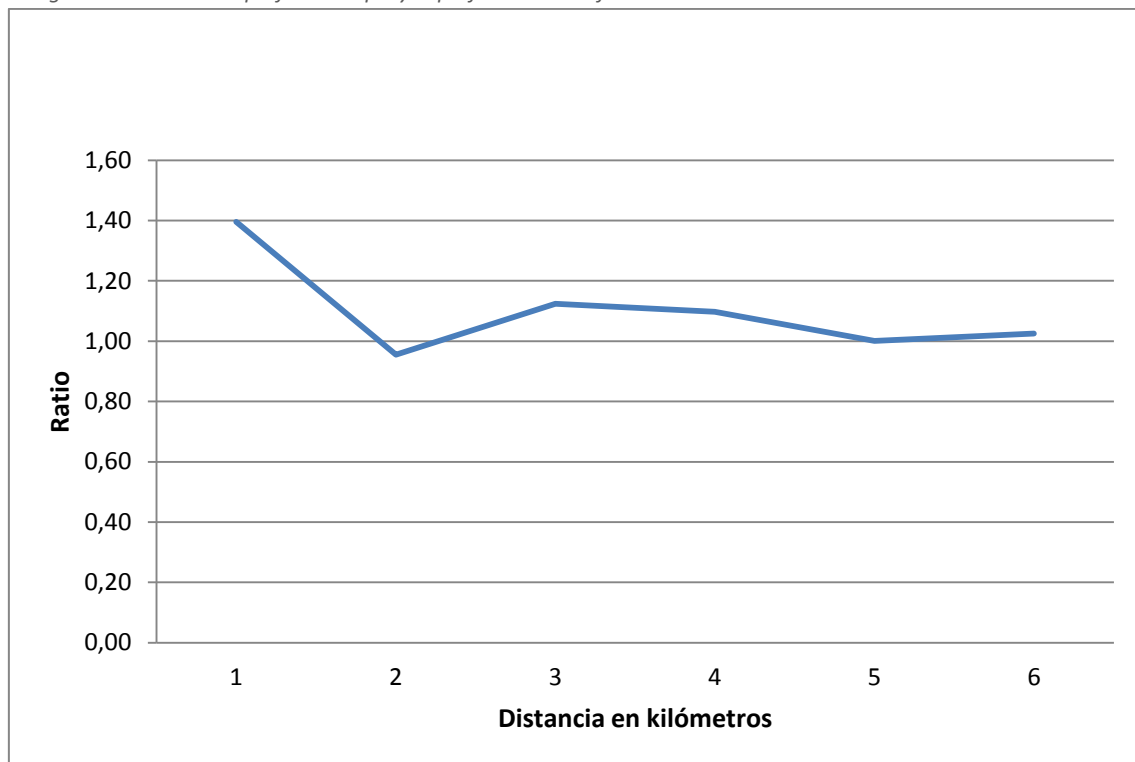
Tabla 8. Distancia desde los ríos al bosque.

<b>Distancia desde los ríos al bosque (Km)</b>	<b>Hectáreas de bosque en 2006</b>	<b>Porcentaje de bosque en 2006</b>	<b>Superficie total en 2006 (ha)</b>	<b>Superficie total en 2006(%)</b>	<b>Ratio 2006</b>
<b>1</b>	4938,11	32,82	12706,5	23,51	1,40
<b>2</b>	2663,49	17,70	10008,3	18,52	0,96
<b>3</b>	2731,53	18,15	8725,99	16,15	1,12
<b>4</b>	2073,7	13,78	6784,95	12,56	1,10
<b>5</b>	1413,64	9,39	5071,78	9,39	1,00
<b>6</b>	1227,75	8,16	4301,82	7,96	1,02

Fuente: Elaboración propia

Se pueden ver estos datos en forma de gráfico, de forma que los datos sean más visuales.

Figura 30. Relación superficie-bosque y superficie-total en función de la distancia a los ríos.



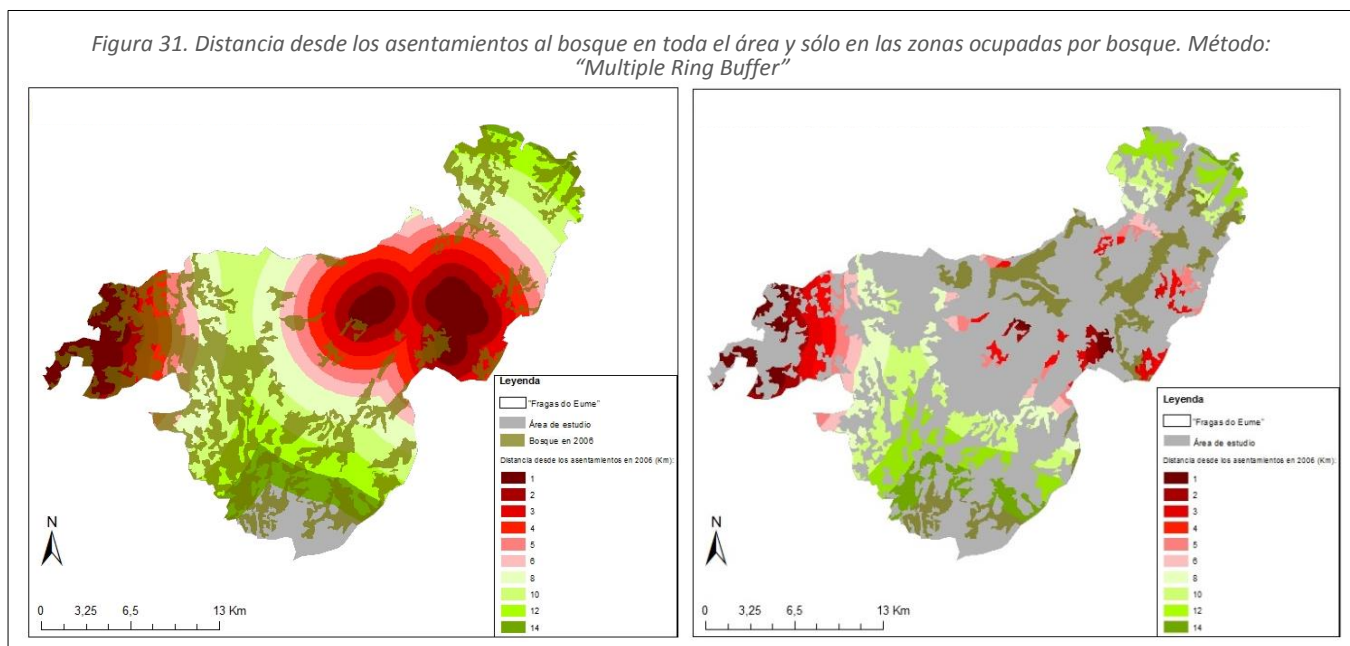
Fuente: elaboración propia

**Factores antrópicos.** Dentro de este grupo de factores antrópicos, se han analizado los asentamientos.

○ *Distancia a los asentamientos.*

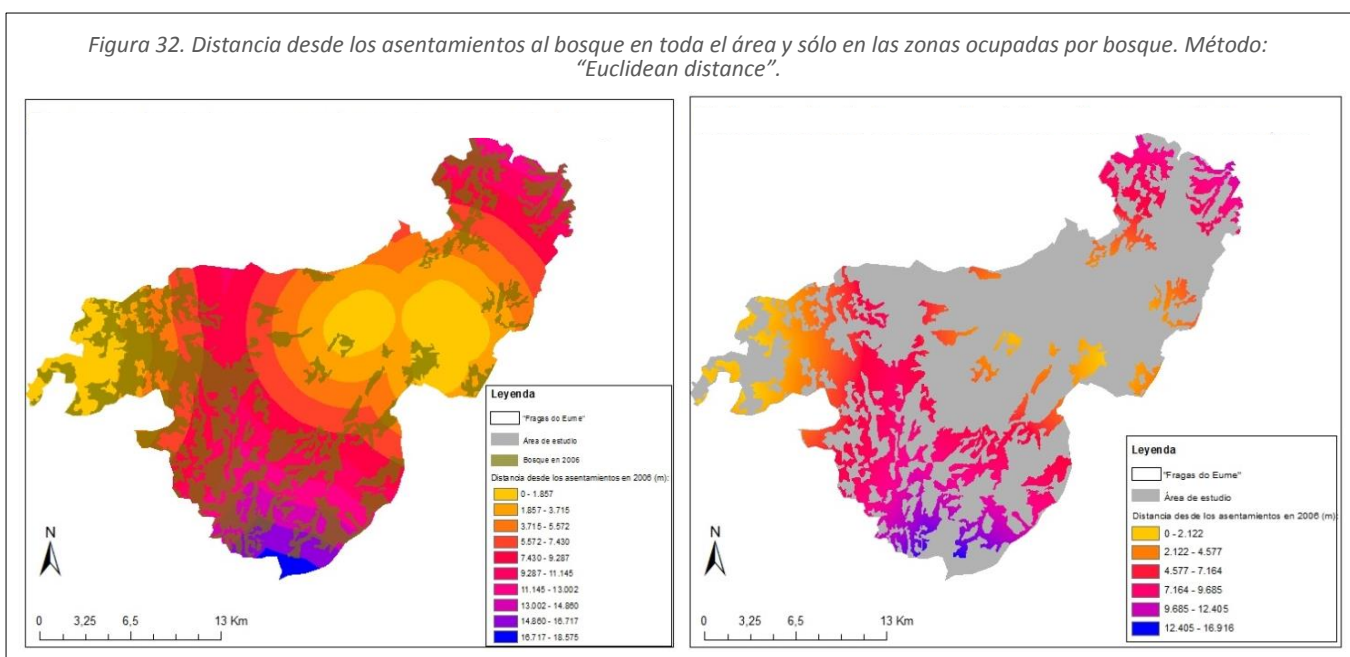
Analizando los mapas, la tabla y el gráfico (*figuras 31, 32 y 33, tabla 9*) vemos que se cumple la premisa de partida, es decir, que a medida que nos alejamos de los asentamientos se incrementa la superficie ocupada por bosque ya que la distancia a partir de la cual es mayor la presencia de bosque es a partir de los 10 kilómetros. Esto podemos comprobarlo observando el ratio de la tabla 10, dónde las coronas que resultan más favorables para el desarrollo del bosque son las que presentan un ratio con valor superior a 1.

Figura 31. Distancia desde los asentamientos al bosque en toda el área y sólo en las zonas ocupadas por bosque. Método: "Multiple Ring Buffer"



Fuente: IGN y elaboración propia

Figura 32. Distancia desde los asentamientos al bosque en toda el área y sólo en las zonas ocupadas por bosque. Método: "Euclidean distance".



Fuente: IGN y elaboración propia

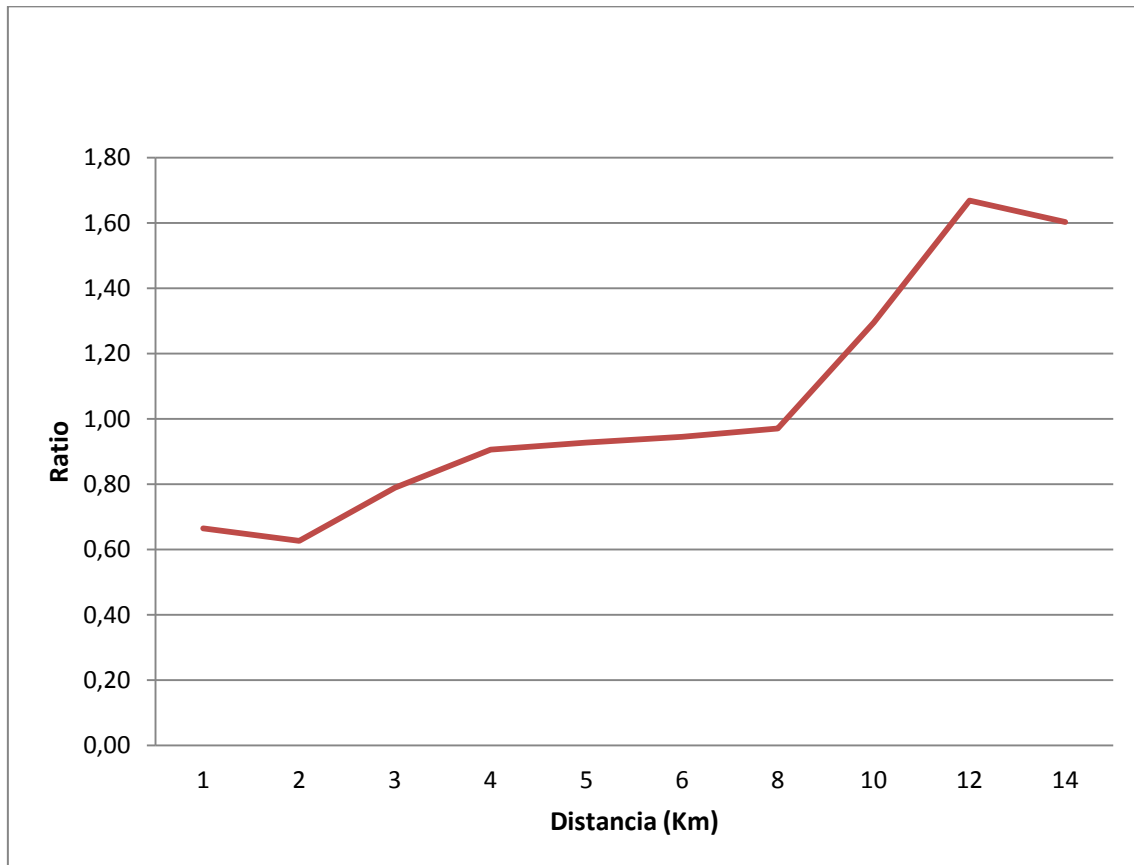
Tabla 9. Distancia desde los asentamientos al bosque.

Distancia desde los asentamientos (Km)	Hectáreas de bosque en 2006	Porcentaje de bosque en 2006	Superficie total en 2006	Superficie total en 2006	Ratio
1	1001,72	6,19	5031,72	9,31	0,67
2	797,88	4,93	4252,48	7,87	0,63
3	1021,98	6,32	4330,79	8,01	0,79
4	1095,84	6,78	4044,54	7,48	0,91
5	1079,53	6,67	3891,82	7,2	0,93
6	1130,85	6,99	3996,65	7,4	0,94
8	2511,24	15,53	8646,56	16	0,97
10	3354,78	20,74	8659,39	16,02	1,29
12	2725,06	16,85	5455,69	10,1	1,67
14	1454,02	8,99	3033,07	5,61	1,60

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla se puede representar gráficamente para así hacernos una idea más visual de la situación.

Figura 33. Relación superficie-bosque y superficie-total en función de la distancia a los asentamientos.



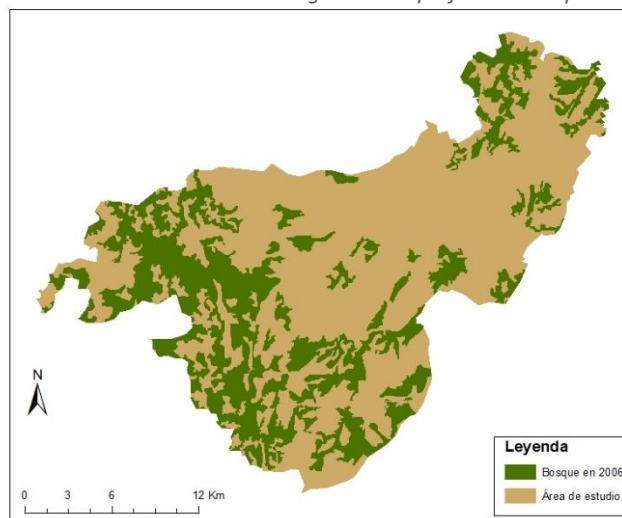
Fuente: elaboración propia



## 7. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL BOSQUE EN EL ÁREA DE LAS “FRAGAS DO EUME” (COMARCA DEL EUME).

Observando el mapa (*figura 34*) de la superficie ocupada por bosque, en 2006, en el área de estudio, podemos apreciar una cierta tendencia a la agrupación.

Para analizar la distribución espacial del bosque, y teniendo en cuenta los ratios de cada uno de los factores analizados anteriormente, partiremos de la hipótesis de que dicha distribución está explicada por cuatro variables: distancia a los ríos, distancia a los asentamientos, pendiente y orientación.



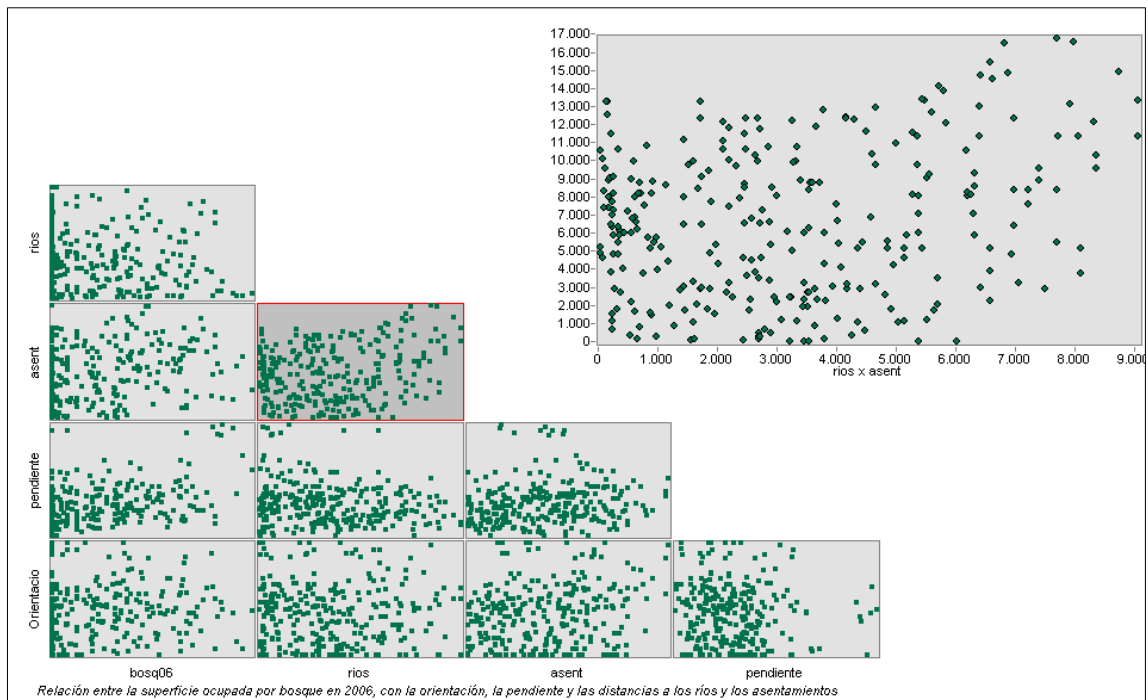
Fuente: IGN y elaboración propia

Suponemos que la superficie ocupada por bosque tendrá una relación inversamente proporcional con respecto a la distancia a los ríos, ya que a medida que nos alejamos de los ríos disminuye la superficie ocupada por bosque; mientras que con respecto a la distancia a los asentamientos, la relación es directamente proporcional, ya que a medida que nos alejamos de estos, la superficie ocupada por bosque se incrementa.

Además supondremos que la orientación que más se adecúa a este tipo de especies varía entre: norte, este y oeste; como vimos en los análisis de los ratios en los apartados anteriores.

Antes de realizar los modelos de regresión se ha obtenido una matriz de correlaciones bivariadas, tanto entre la variable dependiente con las independientes como entre las propias variables independientes. Este análisis permite detectar posibles problemas de multicolinealidad entre las variables explicativas. Para ello nos hemos apoyado en la herramienta de matriz de correlaciones bivariadas que proporciona el propio ArcGIS. En la *figura 35* se presentan los resultados. Si analizamos la figura vemos que no existe una relación clara entre ninguno de los pares de variables independientes, de manera que no aparecen esos posibles problemas de multicolinealidad.

Figura 35. Matriz de correlaciones bivariadas.



Fuente: Elaboración propia

Para comprobar estas relaciones, realizaremos un análisis de Regresión Lineal Múltiple OLS (*Spatial Statistics Tool/Modeling Spatial Relationships/Ordinary Least Squares*). Dicho análisis podemos verlo en la *tabla 10*.

Tabla 10. Regresión Lineal Múltiple - OLS -

```
Executing: OrdinaryLeastSquares Factores4_tabla FID_1 C:\Users\PC\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Factores4_tabla_OrdinaryLea bosq06 rios;asent;pendiente;Orientacio # #
#
Start Time: Tue Jun 18 18:53:29 2013
Running script OrdinaryLeastSquares...
```

Summary of OLS Results								
Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]
Intercept	6,036387	6,210386	0,971951	0,331584	5,645067	1,069321	0,285489	-----
RIOS	-0,004926	0,000822	-5,989628	0,000000*	0,000872	-5,651316	0,000000*	1,077868
ASENT	0,002821	0,000485	5,820041	0,000000*	0,000501	5,626424	0,000000*	1,065978
PENDIENTE	3,232982	0,767615	4,211724	0,000035*	0,960965	3,364309	0,000847*	1,098319
ORIENTACION	21,515220	6,828301	3,150889	0,001749*	6,933586	3,103044	0,002047*	1,133352

OLS Diagnostics			
Input Features:	Factores4_tabla	Dependent Variable:	BOSQ06
Number of Observations:	456	Akaike's Information Criterion (AICc) [d]:	4651,355966
Multiple R-Squared [d]:	0,177819	Adjusted R-Squared [d]:	0,170527
Joint F-Statistic [e]:	24,385293	Prob(>F), (4,451) degrees of freedom:	0,000000*
Joint Wald Statistic [e]:	87,123238	Prob(>chi-squared), (4) degrees of freedom:	0,000000*
Koenker (BP) Statistic [f]:	56,743894	Prob(>chi-squared), (4) degrees of freedom:	0,000000*
Jarque-Bera Statistic [g]:	147,237428	Prob(>chi-squared), (2) degrees of freedom:	0,000000*

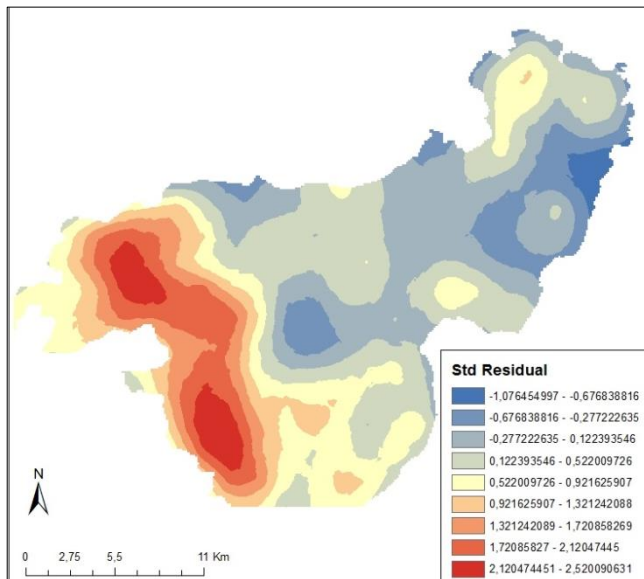
  

Notes on Interpretation

- \* An asterisk next to a number indicates a statistically significant p-value (p < 0.05).
- [a] Coefficient: Represents the strength and type of relationship between each explanatory variable and the dependent variable.
- [b] Probability and Robust Probability (Robust\_Pr): Asterisk (\*) indicates a coefficient is statistically significant (p < 0.05); if the Koenker (BP) Statistic [f] is statistically significant, use the Robust Probability column (Robust\_Pr) to determine coefficient significance.
- [c] Variance Inflation Factor (VIF): Large Variance Inflation Factor (VIF) values (> 7.5) indicate redundancy among explanatory variables.
- [d] R-Squared and Akaike's Information Criterion (AICc): Measures of model fit/performance.
- [e] Joint F and Wald Statistics: Asterisk (\*) indicates overall model significance (p < 0.05); if the Koenker (BP) Statistic [f] is statistically significant, use the Wald Statistic to determine overall model significance.
- [f] Koenker (BP) Statistic: When this test is statistically significant (p < 0.05), the relationships modeled are not consistent (either due to non-stationarity or heteroskedasticity). You should rely on the Robust Probabilities (Robust\_Pr) to determine coefficient significance and on the Wald Statistic to determine overall model significance.
- [g] Jarque-Bera Statistic: When this test is statistically significant (p < 0.05) model predictions are biased (the residuals are not normally distributed).

```
WARNING 000851: Use the Spatial Autocorrelation (Moran's I) Tool to ensure residuals are not spatially autocorrelated.
Completed script OrdinaryLeastSquares...
Succeeded at Tue Jun 18 18:53:31 2013 (Elapsed Time: 2,00 seconds)
```

Figura 36. Regresión Lineal Múltiple - OLS - .



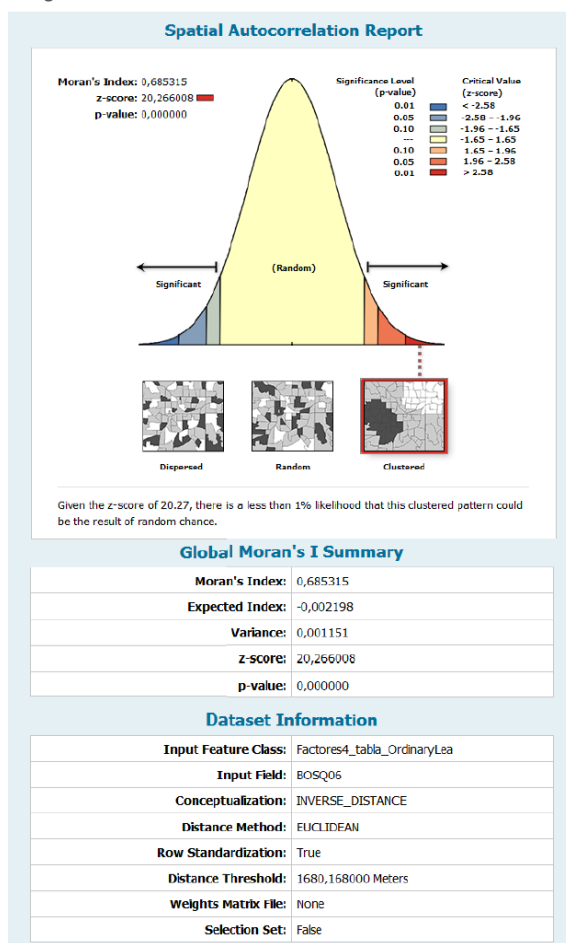
Fuente: elaboración propia

Los resultados de la OLS (figura 36), muestran una cierta tendencia a la agrupación espacial. Por ello, parece interesante calcular el índice de Moran para asegurarnos.

El resultado presenta un ajuste bajísimo del modelo ( $R^2 = 0,17$ ). Vemos en el modelo que las variables con más significación estadística son la distancia a los ríos y la distancia a los asentamientos, seguidas de la variable pendiente, y por último la variable orientación; aunque todas son variables muy significativas.

Analizando los resultados, comprobamos que la relación entre la variable dependiente (bosque en 2006) y la distancia a los ríos es negativa, mientras que con respecto a la variable distancia a los asentamientos la relación es positiva.

Figura 37. Índice de Moran



Tras realizar el índice de Moran (figura 37) (Spatial Autocorrelation Moran's), se obtuvo un valor de 20,27 con significación estadística  $p < 0,01$ ; esto nos indica que existe una tendencia al agrupamiento y por tanto la necesidad de estudiar la Regresión Geográficamente Ponderada (GWR).

Tras realizar la GWR (*Spatial Statistics Tools/Modeling Spatial Relationships/Geographically Weighted Regression*) se obtuvo como resultado un  $R^2$  de 0,60; mucho mejor resultado que con la OLS. Además del considerable incremento del  $R^2$ , esta mejora resulta evidente si comparamos el AICc obtenido en el análisis GWR (AICc = 4386,86) con el obtenido con la OLS (AICc = 4651,35); cuando difieren en más de tres puntos, el AICc menor indica un mejor ajuste. (Tabla 11).

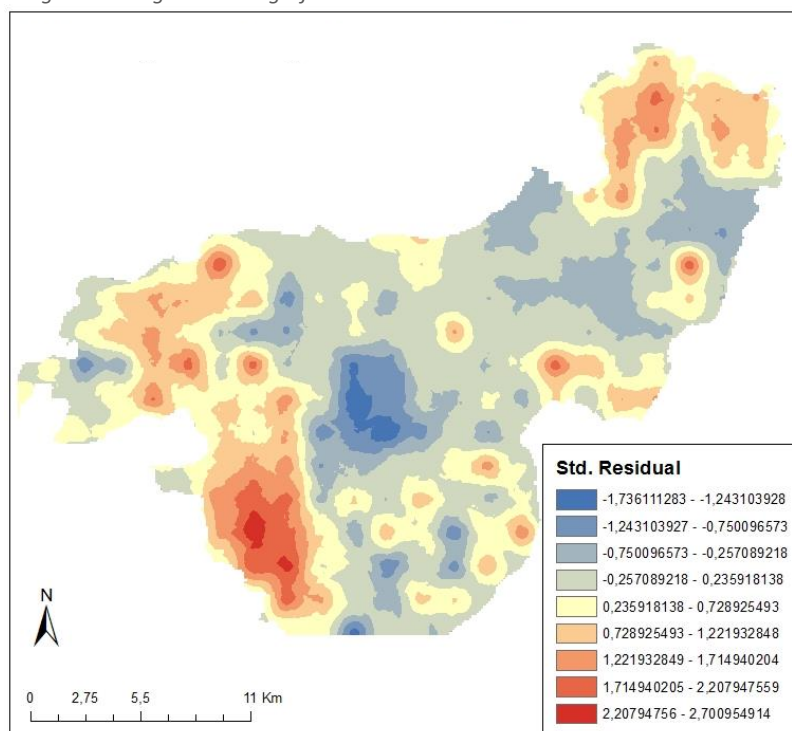
Estos resultados indican un ajuste del modelo GWR aceptable, las variables independientes explican aproximadamente el 60% de la distribución espacial de la variable dependiente.

Tabla 11. Regresión Geográficamente Ponderada -GWR -.

```
Executing: GeographicallyWeightedRegression Factores4_tabla bosq06 rios;asent;pendiente;Orientacio C:\Users\PC\Documents\ArcGIS\Default.gdb
\GeographicallyWeightedRegression FIXED AICc # 30 # # 120,96 # # #
Start Time: Tue Jun 18 18:55:19 2013
Bandwidth      : 7214,9076920082071
ResidualSquares : 337098,86414823181
EffectiveNumber : 48,97674704057934
Sigma          : 28,778558336960383
AICc           : 4386,859625762002
R2             : 0,60382339114709116
R2Adjusted     : 0,55712516246327315
Succeeded at Tue Jun 18 18:55:23 2013 (Elapsed Time: 4,00 seconds)
```

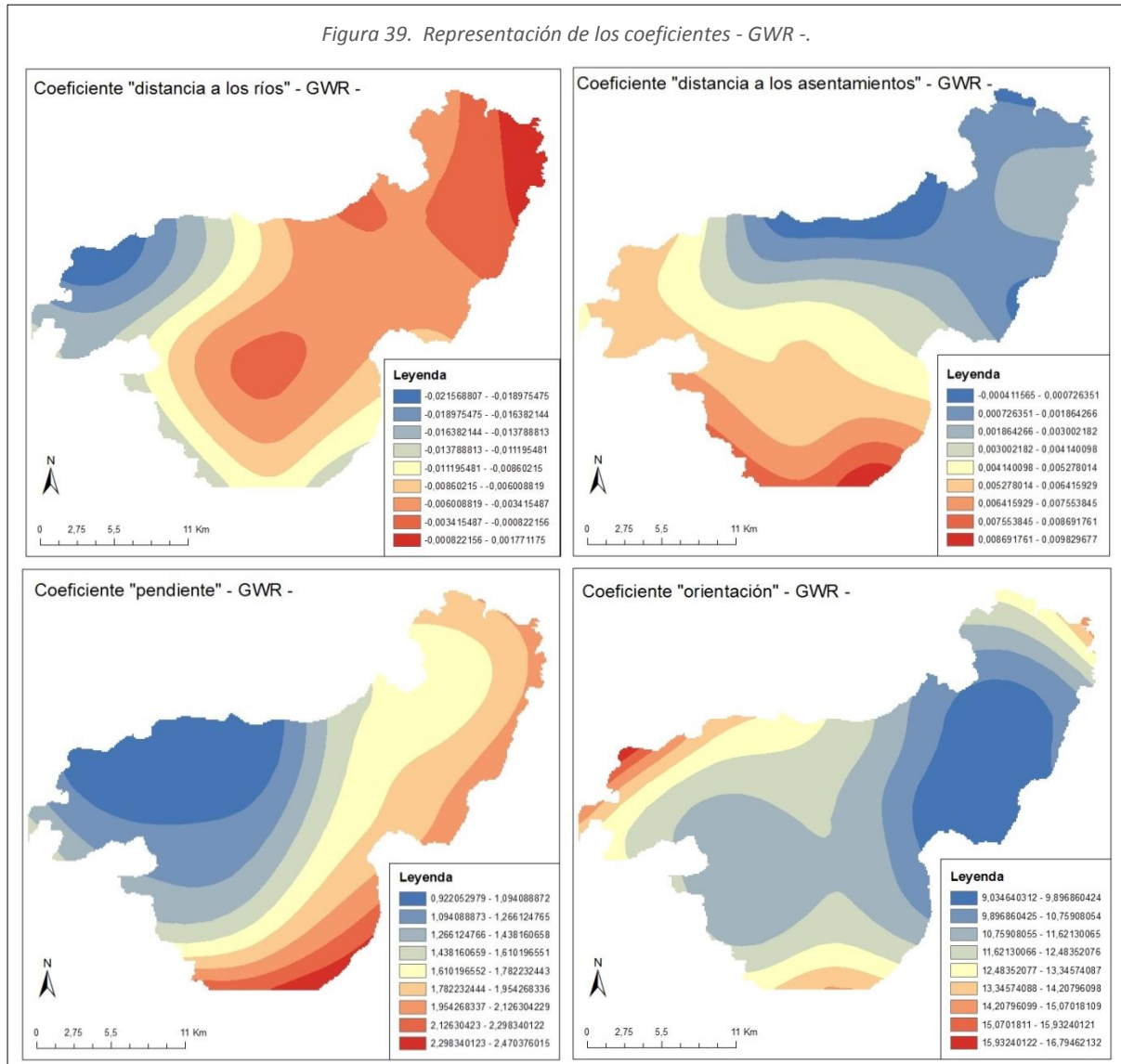
Representamos gráficamente los resultados del modelo de Regresión Geográficamente Ponderada, mediante un mapa coroplético de los residuales de la regresión, para comprobar de manera general dónde se están sobreestimando (colores rojos) y subestimando (colores azules) los resultados del modelo (figura 38).

Figura 38. Regresión Geográficamente Ponderada -GWR -.



Fuente: elaboración propia

Una vez obtenido el modelo, se cartografiaron cada uno de los coeficientes, obteniendo como resultado lo siguiente, que confirma lo que acabamos de comprobar en las tablas con los ratios (figura 39).



*Fuente: elaboración propia*

## 8. APLICACIÓN A LA ZONA DE REPOBLACIÓN.

Uno de los objetivos de este estudio, ha sido analizar los factores que explican la distribución del bosque en el año 2006, para averiguar posteriormente si en los espacios elegidos para la plantación llevada a cabo en 2011 se dan estos factores o no, y por tanto comprobar si está bien hecha.

A continuación se muestran las tablas con los ratios de cada uno de los factores en el año 2006, en la situación actual (2011) así como el ratio de la superficie ocupada por la plantación. En el caso de que la plantación se hiciera en los lugares dónde se dieran estos factores, considerados los más adecuados para el desarrollo de este tipo de vegetación, los ratios del 2006 tendrían que ser similares a los de la plantación.

Analizando los ratios referidos a la variable pendiente (*tabla 12*), se puede comprobar que las zonas en las que se desarrolla en bosque en el año 2006 son en zonas con una pendiente superior a los 10 grados, como ya hemos señalado anteriormente. Si comparamos este ratio con el de la plantación del 2011 se puede ver que no se parecen en nada, ya que este último indica una mayor presencia de bosque en zonas de pendiente inferior a 3,5 grados.

Tabla 12. Ratios del factor pendiente.

<b>Pendiente(grados)</b>	<b>General</b>		<b>Plantación</b>
	<b>Ratio 2006</b>	<b>Ratio 2011</b>	<b>Ratio</b>
<b>&lt; 2</b>	0,72	0,85	1,38
<b>2 - 3,5</b>	0,89	0,93	1,10
<b>3,5 – 5</b>	0,99	1,00	0,97
<b>5 – 7</b>	1,06	1,03	0,87
<b>7 - 8,5</b>	1,20	1,16	0,25
<b>8,5 – 10</b>	1,24	1,10	0,43
<b>10 – 14</b>	1,70	1,45	0,37
<b>14 - 17,5</b>	2,63	2,15	0
<b>&gt; 17,5</b>	2,28	0,23	0

Fuente: Elaboración propia.



En el caso de la variable orientación de ladera (*tabla 13*), se ve que para la superficie de bosque en 2006 las orientaciones de ladera que influyen más positivamente son: norte, este y oeste. Mientras que las demás influyen negativamente. En el caso de la superficie ocupada por la plantación, destacan las zonas llanas, seguido de las orientaciones noreste, sureste, norte, sur, noroeste.

Tabla 13. Ratios del factor orientación.

<b>Orientación</b>	<b>General</b>		<b>Plantación</b>
	<b>Ratio 2006</b>	<b>Ratio 2011</b>	<b>Ratio</b>
<b>Llano</b>	0,25	0,56	2,28
<b>Norte</b>	1,24	1,02	1,16
<b>Noreste</b>	0,98	1,05	1,38
<b>Este</b>	1,13	1,08	0,87
<b>Sureste</b>	0,86	0,93	1,25
<b>Sur</b>	0,99	1,02	1,13
<b>Suroeste</b>	0,98	0,96	0,84
<b>Oeste</b>	1,08	0,98	0,56
<b>Noroeste</b>	0,96	0,99	1,10

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los ratios de la variable distancia desde los ríos al bosque (*tabla 14*), se ve que los valores entre el 2006 y la superficie de plantación son bastante similares, a excepción de la corona de los tres kilómetros, que en el caso del 2006 influye positivamente mientras que en la superficie de la plantación influye de forma negativa.

Tabla 14. Ratios del factor "distancia desde los ríos".

<b>Distancia desde los ríos al bosque (Km)</b>	<b>General</b>		<b>Plantación</b>
	<b>Ratio 2011</b>	<b>Ratio 2006</b>	<b>Ratio</b>
<b>1</b>	1,24	1,40	1,65
<b>2</b>	0,83	0,96	1,04
<b>3</b>	0,89	1,12	0,60
<b>4</b>	0,95	1,10	1,15
<b>5</b>	0,82	1,00	0,76
<b>6</b>	0,93	1,02	1,34

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los ratios de la variable distancia desde los asentamientos (*tabla 15*), se ve que estos son completamente diferentes. En el caso de la superficie de bosque en 2006 la relación entre ésta variable y la variable dependiente es directamente proporcional, ya que la superficie de bosque aumenta a medida que se incrementa la distancia, mientras que en el caso de la superficie ocupada por la plantación, ésta relación es inversamente proporcional, ya que la superficie de bosque disminuye a medida que se incrementa la distancia.

*Tabla 15. Ratios del factor "distancia desde los asentamientos".*

<b>Distancia desde los asentamientos (Km)</b>	<b>General</b>		<b>Plantación</b>
	<b>Ratio en 2006</b>	<b>Ratio en 2011</b>	<b>Ratio</b>
<b>1</b>	0,67	0,96	2,43
<b>2</b>	0,63	0,80	1,72
<b>3</b>	0,79	0,84	1,26
<b>4</b>	0,91	0,99	1,59
<b>5</b>	0,93	0,84	0,69
<b>6</b>	0,94	1,04	1,71
<b>8</b>	0,97	0,85	0,58
<b>10</b>	1,29	1,13	0,73
<b>12</b>	1,67	1,33	0,32
<b>14</b>	1,60	1,22	0

*Fuente: Elaboración propia.*

## 9. CONCLUSIONES.

Este estudio nos ha ido llevando a una serie de conclusiones que ahora comentaremos. En primer lugar, hemos visto que el bosque en la Comarca del Eume y en concreto en las “Fragas do Eume” está formado por: bosque mixto, bosque caducifolio, bosque de frondosas y bosque de coníferas, teniendo una mayor presencia el bosque mixto y siendo el más escaso el bosque de coníferas. Mediante el análisis del bosque de forma agregada vimos que entre los años 1990 y 2006 apenas hubo variación en su extensión, mientras que entre los años 2006 y 2011, éste se incrementó un 7,13%. Dicho aumento se debió principalmente a la plantación llevada a cabo para tapar una gran mina de lignito en el municipio de “As Pontes”.

Entre los años 1990 y 2006, no hubo grandes variaciones en cuanto a la presencia de un tipo de bosque u otro a excepción del bosque de coníferas, que pasó de representar un 0,27% a un 7,98% de la superficie total de la comarca.

Una vez conocidos estos datos fue interesante conocer cuáles habían sido los factores de distribución del bosque para analizar si dicha plantación se había realizado en el lugar más adecuado para tal fin.

Las técnicas SIG nos han permitido obtener información sobre la distribución de este tipo de vegetación, hemos visto que se da en zonas con una temperatura media de 8,7 grados centígrados, con un volumen de precipitaciones de media de 119,5 l/m<sup>2</sup>, a una altitud de hasta 400 metros, en zonas de pendiente superior a los 14 grados, en zonas con una orientación de ladera principalmente norte, este u oeste, sobre materiales de los tipos: “micaesquistos, filitas, areniscas, mármoles, calizas, dolomías y margas” y “Conglomerados, areniscas, arcillas y calizas. Evaporitas”. Al mismo tiempo que comprobamos que su volumen se incrementa a medida que nos acercamos a los ríos y nos alejamos de los núcleos urbanos.

Al comparar los ratios de la plantación con los del bosque en el año 2006 para cada factor, comprobamos que dichos factores no se han tenido en cuenta a la hora de llevarla a cabo, posiblemente debido a que la finalidad de la repoblación fue el saneamiento de un área de explotación minera ya agotada y el lugar destinado a ella era exclusivamente la antigua mina de lignito.

Además hemos comprobado que la orientación de ladera, la pendiente, la distancia a los ríos y la distancia a los asentamientos explican un 60% de la distribución espacial del bosque en la comarca del Eume.

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

DÍAZ, J.M. et al. (2007): *“Dos perspectivas sobre la cartografía de coberturas y usos del suelo en Galicia”*. Xunta de Galicia, Revista Galega de Economía, vol. 16, núm. 1.

PULGAR, I., AMIGO, J., GIMÉNEZ DE AZCARATE, J.(Sin especificar fecha): *“Guía da flora Fragas do Eume”*. Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible.

SAMPEDRO, D. (2013): *“El parlamento reclama a la Xunta un plan para las fragas del Eume”*. Periódico La Voz de Galicia.

RIVAS, F., (2011). *“Creación de un lago artificial en el hueco generado por la explotación de la mina de lignito a cielo abierto de As Pontes de García Rodríguez (A Coruña). Endesa Generación.*

LÓPEZ, A. GARCÍA, L. y CARREÑO, F. (2009): *“Fragmentación del bosque y pérdida del hábitat de especies amenazadas en el Parque Natural Fragas do Eume (A Coruña, Galicia)”*. 5º Congreso forestal español. Montes y Sociedad: Saber qué hacer.

*“PLAN DIRECTOR da Rede Natura 2000 de Galicia”. Anexo II. Marco normativo e programa (26-Xaneiro-2011)”*. Consellería do medio rural. Dirección Xeral de Conservación da Natureza. Xunta de Galicia.

Decisión da Comisión de 7/12/2004 por la que se adopta, de conformidad con la DC92/43/CEE del Consejo, la lista de Lugares de Importancia Comunitaria de la Región Biogeográfica Atlántica.

Decreto 211/1996, del 2 de mayo, por el que se aprueba el Plan de ordenación de los recursos naturales del espacio natural de las “Fragas do Eume” (DOG nº 110, del 5.06.1996).

Decreto 218/1997, del 30 de julio, por el que se declara el parque natural de las “Fragas do Eume” (DOG nº 153, del 11.08.1997).

Decreto 72/2004, del 2 de abril de 2004. DOG 69, 12/04/2004. Por la que se declara el Parque Natural “Fragas do Eume” como Zona de Especial Protección de los Valores Naturales (ZEPVN).

***Páginas web consultadas:***

[www.medioruralemar.xunta.es](http://www.medioruralemar.xunta.es)

[www.ign.es](http://www.ign.es)

[www.redeuroparc.org](http://www.redeuroparc.org)

[www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es)